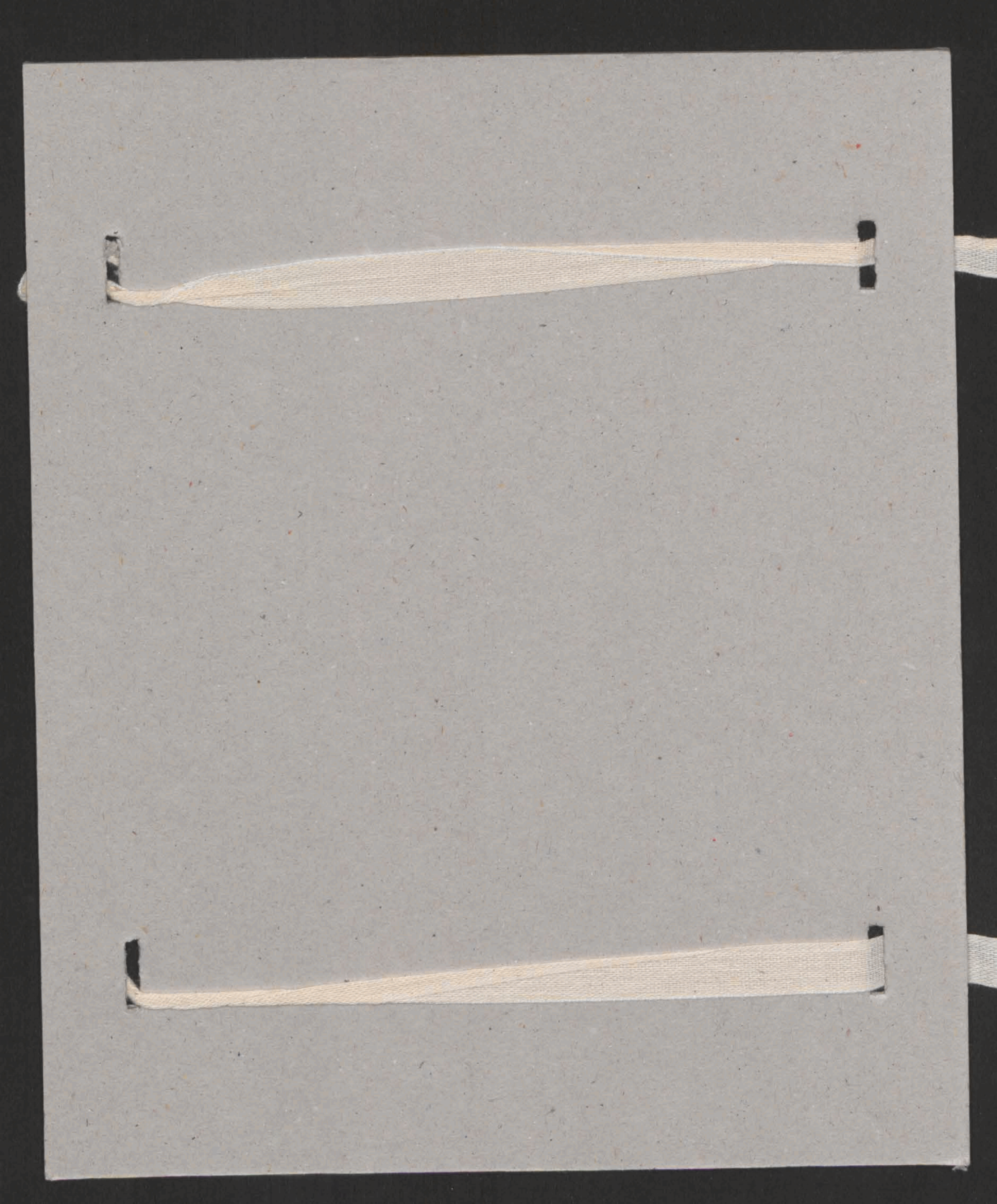


IV 2

Odczyt filoz.

Wiedeń

93/94

16).	Stefan Łuczyński	I	315 Krok. zok.	rolnik / rzemieślnik 2 n.			2 cel, 7 b.d., 1 d.
4).	Wojciech Moron	III	315 Stan.	wdowa po powstańcu 4 n.		fil.	3(7) b.d.; cel / 1 b.d. 1 sem. — 3 cel (met odsz.)
17).	Emil Szymański	I	76 Szymoniszkiny	(emerypt kondukt. : 336 3 n. niepł.)			met (3 b.d., 7 d, 1 dost)
12).	Mikołaj Klisser	III	200 Skibińsk.	wdowa 2 (1 n)			2 (5) cel / 1(5) cel 1 sem. — 2 cel
11).	Stan. Weber	I	315 Stan.	sierota —			met: (6 cel, 3 b.d., 1 d.)
5).	Marek Rockarski	II	(315 zaopatrz.)	wdowa po rolniku ~~[illegible]~~ p: 10 morgów obszaru. 2 n. 1 z.			3 cel. (10) dost.
6).	Adolf Rydnarowski	obecnie jednorożnik		1 rolnik lisna wdowa ?			1 sem b.d. 5 (11) cel / 1(5) cel — 1 cel
9).	Stan Stroński	II	315 Potrzebny	inżynier wydz. kgs. 4800 k. 7 n.			3(8) cel / 4(12) cel b.d. (odsz)
13).	Alexy Matkowski	III	400 Towarnicki	pracownik Parcz. 2 n.		germanofil	1 cel 1 sem cel / 6 cel 4 b.d. 4 sem b.d.

1a

Vortrag im Philos. Seminar

93/94

Die Schrift, über welche ich heute zu referieren habe, ist betitelt: „Das Wachsthum der Energie in der ~~geist~~ geistigen und organischen Welt"; es ist das eine Rede, welche der bekannte Philosoph und Ästhetiker M. Carriere in der bayr. Akademie der Wissensch. vorgetragen hat. ~~Sie bietet für das Referat und die~~ Eine ~~Referat~~ Inhaltsangabe oder eine Kritik derselben bietet eigenthümliche Schwierigkeiten, welche eben darin begründet sind, dass diese Schrift nicht als Abhandlung sondern als Rede verfasst ist; als solcher fehlt ihr die Übersichtlichkeit, die streng logische Gliederung; es ist mehr eine – allerdings sehr ~~interessant~~ fesselnd geschriebene – Aneinander-Reihung von Gedanken, welche zuweilen nur in losem ~~Zu~~ Zusammenhange mit dem Thema stehen; da lesen wir ~~Ausführungen~~ Ausführungen über Naturdenken, Geistdenken, über physiologische Chemie, über Socialreform, ja es gibt ~~in~~ fast kein Gebiet der Philosophie, welches der Verfasser nicht irgendwie berühren würde. Der Rede mag dieser Gedankenreichthum zum Schmucke gereichen, aber für die nüchterne Kritik bildet er eine prosaische Schwierigkeit. Auf ~~Alle~~ diese Punkte einzugehen, dem Verfasser auf allen Digressionen zu folgen, ~~ist~~ würde weit über den Rahmen eines solchen kurzen Vortrages hinausgehen; ich will mich daher bemühen, den Kern des Ganzen herauszuschälen, das logische Gerüst desselben aufzudecken, ~~und~~ und dann dessen ~~Fest~~ Festigkeit zu untersuchen, wobei ich allerdings darauf verzichten muss, den Gegenstand ~~in der~~ streng in derselben Reihenfolge zu behandeln, wie es ~~in~~ der Schrift geschieht.

An einer Stelle sagt er: „Ohne den Zweckgedanken kein Verständniss des Organischen. Es liegt nahe und erscheint als das Einfachste: dass wir als Einheitsband des Denkens und Seins, der Innen- und Aussenwelt das Organisationsprincip erfassen, das sich im Leibe in beständiger Wechselwirkung mit den Naturkräften, in deren Zusammenhang es eingegliedert ist, das Organ gestaltet, durch welches es die Einwirkungen der Natur erfährt und auf die Natur wirkt." Eine andere charakteristische Stelle ist: „Das Band von Geist und Natur ist das Wesen, welches Beides ist, reale Organisationskraft, denkende wollende Subjectivität." Er sieht also diese Organisationskraft, auf welche er seine Zweckmässigkeitslehre stützt, als das Princip der Entwicklung, als das Princip der Natur und des Geistes an. Der Grund der ganzen Anschauungsweise liegt in einer metaphysischen Überzeugung, sie ist kein Realismus, sie ist der Monismus; aber nicht der Materialismus und nicht der Spiritualismus sondern eine andere Ansicht, welche ich am besten durch einige Citate charakterisieren will.

„Zur Erklärung der fortwährenden Wechselwirkung des Inneren und Äusseren, Geistigen und Natürlichen reicht das eine Princip aus, das reale, als Naturkraft wirkende Organisationsprincip, das zugleich sich selber erfasst und die Einflüsse der materiellen Welt als Empfindungen in sich hervorbringt, die geistige Welt im Bewusstsein aufbaut. — Das All ist ein System von Kräften — das beweist uns die Wechselwirkung der Dinge in der Welt, und damit ist die Einheit als das Erste, sich zur Vielheit Entfaltende und Bestimmende, als das alles Mannigfaltige auf einander Beziehende und Hervorrufende erkannt —.

Wie schon der Titel ~~der Schrift~~ ~~anzeigen~~ anzeigen scheint, und wie eine Übersicht der ersten Seiten bestätigt, macht der Verfasser den Versuch, den Begriff der Energie, 3
welcher in den Naturwissenschaften, speciell der Physik und Chemie sich von einer solchen Fruchtbarkeit erwiesen hat, einen so umgestalteten Überblick über die Erscheinungen der materiellen Natur geboten hat, auch auf ~~das geistige Gebiet~~ ~~zu übertragen~~ die ~~Erscheinungen~~ Phänomene der geistigen Welt zu übertragen. Dies ist gewiss eine ebensoviel Erfolg versprechende als auch originelle Idee und nach den Darlegungen des Verfassers scheint es auch, als ob dieser Begriff auf ~~dem~~ jenem Gebiete dieselbe Bedeutung hätte, wie auf dem der physischen Welt; dass aber dabei doch manche Schwierigkeiten bestehen, werde ich später hervorheben.
Wenn ich den Stoff in den Rahmen einer Disposition zwängen wollte, so müsste ich ihn in zwei Theile ~~theilen~~ scheiden; der erste behandelt die Beantwortung der sich naturgemäss ergebenden Frage: Was entspricht der Energie und speciell dem Gesetze der Erhaltung der E. in der physischen Welt auf dem Gebiet der geistigen Erscheinungen? Der Verfasser kommt zu dem eigenthümlichen ~~Satz~~ Satze: auf geistigem Gebiet gilt das Gesetz des Wachsthums der Energie. Diesen Theil ~~will ich~~ will ich zuerst untersuchen und will dann zur Besprechung des zweiten Theiles übergehen, welcher die Beantwortung der Frage bildet: Wie erklärt sich das Wachsthum der E. in der geistigen Welt?

Ich habe auf diese ~~[illegible]~~ Ausführungen einen Blick geworfen, weil mir scheint, dass wir ~~[illegible]~~ dann die Ansichten von Carriere über Wachsthum der Energie, Entwicklung des Organischen, über Zweckmässigkeit desselben ~~[illegible]~~ besser, als aus ihnen hervorfliessend, ~~[illegible]~~ verstehen werden. ~~[illegible]~~ Auf die Details derselben ~~[illegible]~~ will ich aber nicht eingehen, dies würde weit über den Rahmen, der durch das Thema bestimmt ist, hinaus ~~führen~~ führen.

Seiner Ansicht nach sollen wir die Erscheinungen überhaupt des Wachsthums der Energie, ~~[illegible]~~ die uns Carriere geschildert, und die er als allgemeingültiges Gesetz des organischen und geistigen Lebens zusammengefasst hat, zu ~~[illegible]~~ erklären erklären, ohne uns von metaphysischen Vorstellungen beeinflussen zu lassen, da letztere jedenfalls ~~[illegible]~~ die Lösung schwieriger zu behandelnder ~~[illegible]~~, weiter entfernter ~~[illegible]~~ Fragen voraussetzen, und hierbei ~~[illegible]~~ werden wir natürlich die einfachere, natürlichere Theorie bevorzugen. Diese scheint mir noch immer jene zu sein, welche zur Erklärung bloss die Thatsachen des Kampfes ums Dasein und der Vererbung heranzieht. Ich glaube, dass sie sich ~~[illegible]~~ leicht zur Erklärung ~~[illegible]~~ der fortschreitenden Entwickelung der geistigen Fähigkeit ~~verwerten lässt~~ in dem ja der fortschreitenden Entwickelung der geistigen Fähigkeit des Menschengeschlechts verwerten lässt, da ~~[illegible]~~ ja auch hier das Gesetz gilt, dass der ~~[illegible]~~ geistig niedriger stehende von dem höher entwickelten unterdrückt wird, ~~wie wir dies im täglichen Leben als auch~~ sowohl und dies bildet ja den ~~[illegible]~~ Inhalt des sich immer erneuernden Dramas das wir im täglichen Leben und in der Geschichte sich abspielen sehen. Wenn ich diese Erklärung jener von Carriere vorziehe so glaube ich ~~[illegible]~~ in Uebereinstimmung mit dem Satze von Newton ~~zu handeln~~ zu sein, welchen er als ersten unter den 4 Regeln der Forschung aufstellt: An Ursachen zur Erklärung natürlicher Dinge nicht mehr zuzulassen als wahr sind und zur Erklärung jener Erscheinungen ausreichen.

Der Verfasser beginnt damit, das Gesetz der Erhaltung d. E. auseinanderzusetzen. Er meint dass dieses Gesetz nicht ~~bewiesen zu werden brauche~~ als Erfahrungssatz zugelassen habe, da es nicht als Forderung der Vernunft ergäbe, dass ~~das~~ aus nichts nichts werden könne, und ~~das~~ Seiendes nicht vernichtet werden könne, — dass also auch die Summe der Kraft in der Natur ebenso wie die Materie — welche der Verf. ebenfalls nur als Erscheinungsform der Kraft auffasst — unzerstörbar sein müsse. Bekanntlich hat zuerst Robert Mayer im Jahre 1842 das Gesetz der Erhaltung der Kraft ausgesprochen, gleichzeitig arbeitete Helmholtz daran, die Beziehungsweise der verschiedenen Kräfte mathematisch nachzuweisen. ~~—~~ Joule ~~brachte die experimentellen Beweise~~ bewies durch seine experimentellen Untersuchungen, dass — in welcher Weise man auch mechanische Arbeit in Wärme umsetzen möge — immer eine gleiche ~~Menge~~ Arbeitsgröße eine gleiche Wärmemenge erzeugt, und bestimmte das constante Verhältniss beider, das mechanische Wärmeäquivalent zu 425 (cmgs). In ähnlicher Weise wurde das besagte Gesetz auf die Erscheinungen der Elektricität und des Magnetismus, sowie die chemischen Energien ausgedehnt. ~~Der Verfasser citirt den Ausspruch von Helmholtz:~~

~~Die~~ Die neue Weltanschauung, welche durch die Erkenntnis dieses obersten Princips der physischen Welt begründet wurde, kennzeichnen die ~~auch~~ vom Verfasser citirten Worte von Helmholtz: „Das Weltall erscheint ausgestattet mit einem Vorrath von Energie, der durch allen bunten Wechsel der Naturprocesse nicht vermehrt aber auch nicht vermindert werden kann; der da fortbesteht in stets

wechselnder Erscheinungsweise, wie die Materie von Ewigkeit zu Ewigkeit in unveränderlicher Grösse, wirkend im Raum, aber nicht theilbar wie die Materie und der Raum. Alle Veränderung in der Welt besteht nur in einem 5
Wechsel der Erscheinungsform dieses Vorraths an Energie. Hier erscheint ein Theil derselben als lebendige Kraft bewegter Massen, dort als unregelmässige Oscillation in Licht und Schall, dann wieder als Wärme; das Letzte unregelmässige Bewegung der unsichtbar kleinen Körpertheilchen; bald erscheint die Energie in Form der Schwere zweier gegeneinander gravitirenden Massen, bald als innere Spannung und Druck elastischer Körper, bald als chemische Ansiehung, elektrische Ladung oder magnetische Vertheilung. Schwindet sie in einer Form, so erscheint sie sicher in einer anderen; und wo sie in neuer Form erscheint, sind wir auch sicher, dass eine ihrer anderen Erscheinungsweisen verbraucht ist." Der Verfasser geht dann noch einen Schritt weiter, er sagt: Nicht eine gleiche Summe von Materie und Bewegung ist vorhanden, sondern die gleiche Fülle auf einander (ursprünglich) bezogener Kräfte, die in ihrem Wechselspiel die Welt bilden. Die Anschauungsweise erklärt sich im Hinblicke auf seine – bereits erwähnte – Ansicht von der Constitution der Materie als einer Erscheinungsform der Kraft.

Dies möge genügen, um die Stellung, welche der Verfasser gegenüber dem Gesetz der Erhaltung der Energie in der physischen Welt einnimmt, zu charakterisiren. Folgen wir ihm nun in der Betrachtung der entsprechenden Bedingungen der geistigen Welt! Ich will seine eigenen Worte citiren: „Blicken wir nun wieder auf unser Inneres, ~~das innere Leben~~ zurück, so erleben wir da thatsächlich eine Steigerung der Energie, ein Wachsthum der Kraft und neue, höhere Leistungen; dem Kreislauf der Natur stellt sich der Fortschritt der Geschichte gegenüber. Allmählich lernt das Kind, indem es sein Spielzeug betastet und betrachtet, seine Glieder bewegen, seine Gesichtsempfindungen im Raume vorstellen, nach Gesichtseindrücken seine Bewegungen vollziehen. Es lernt sprechen, indem es die Ergebnisse der Arbeit von Jahrhunderten in der Muttersprache sich aneignet, Anschauungen und Begriffe bildet und verknüpft, und seine geistige Kraft, so schwach sie anfangs war, dringt nun selbstständig vor ins Forschen und Denken und verstellt oder löst Probleme, die früheren Zeiten noch unfassbar waren. So im Einzelnen wie in der Menschheit. Der größere Reichthum an Gedanken, die feinere Ausbildung der Gefühle, die fortschreitende Berältigung der Natur durch Intelligenz und Willen, unsere ganze Cultur, Bildung und Gesittung über immer mehr Millionen von Menschen verbreitet, im Unterschied von den Zuständen der Hilfslosigkeit oder Wildheit, zeigt uns ein Wachsthum des inneren Lebens, eine Steigerung der Kraft im inneren Leben; in der Natur gilt die Erhaltung der Energie, im Geiste aber die Steigerung und das Wachsthum der E., und dies ist ein Unterschied des Geistes von der Natur."

An einer anderen Stelle erwähnt er die Auffindung des Lehrsatzes vom rechtwinkligen Dreiecke durch Pythagoras; das war damals eine Großthat des menschlichen Geistes, heute wird der Satz in der Schule von den Knaben gelernt; ~~es~~ er ist eine Grundlage der Mathematik geworden, auf welcher sich Stereometrie, Trigonometrie u.s.w. aufgebaut haben.* Was für ein Fortschritt von damals bis auf Leplace und Gauss!
„Und so zeigt sich in der Cultur, in Kunst und Wissenschaft, in Recht und Sitte die Steigerung der Energie extensiv wie intensiv; es ist so viel mehr Bildung, viel mehr Wissen, viel mehr Geistesarbeit heute vorhanden als vor drei- oder zweitausend Jahren."

Diese Ausführungen reichen wohl hin, um den Standpunkt des Verfassers zu kennzeichnen; wir ~~verstehen, was der Verfasser~~ ~~er der Energie aufgestellten Lehrsatz gegenüber stellt~~ werden begreifen, was er mit dem Satze sagen will: im Geiste gilt das Gesetz der Steigerung und des Wachsthums der Energie.
Wir wollen nun diese Überlegungen, welche sich als den ersten Hauptheil bezeichnet habe, in Bezug auf ihre Stichhältigkeit näher untersuchen.
Ich glaube, es muss nun einem jeden, der an physikalische Anschauungs- und Denkweise gewöhnt ist, auffallen, dass jener Erscheinung, welche der Verfasser als geistige Energie bezeichnet, dem in der Physik üblichen Begriffe gar nicht entspricht.

%

Der Verfasser gibt zwar keine genaue Definition desjenigen, was er unter L. versteht, in der ganzen Schrift wird diese Frage gar nicht berührt, und ich glaube, dass er diesem Ausdruck auch nicht immer ganz consequent gebraucht, aber wir können uns doch ungefähr klar machen, was er ~~darunter versteht~~ damit bezeichnet.

Der Verfasser setzt die wachsende Culturentwicklung der Menschheit im Parallele mit einem Wachsthume der Energie (also dem Culturzustand des einzelnen oder der Menschheit mit Energie). Wir scheint es nicht passend, dies mit dem physikalischen Begriffe Energie zu bezeichnen. Ich würde jenen Vorgang, jenes Fortschreiten in Wissenschaft, Kunst u.s.w. eher mit anderen mechanischen Erscheinungen zusammenstellen z.B. mit der gleichförmig fortschreitenden Bewegung eines Punktes; seine Bewegungsenergie bleibt immer dieselbe, aber trotzdem schreitet er immer weiter fort bis ins Unendliche. Ein anderes Bild wäre das einer Reihe von Kugeln welche nebeneinander aufgehängt sind; wird die letzte in Bewegung gesetzt, so empfängt jede in einem späteren Momente einen Stoss, die Bewegung setzt sich immer weiter fort und doch bleibt die Energie constant. Was soll denn aber dem Begriffe Energie auf geistigem Gebiete entsprechen? Ich glaube, wenn man ihn genau übertragen will, müsste man auch von der physischen Seite ausgehen; es müsste sich eine physiologische Untersuchung mit einer psychologischen vereinigen. Es ist ja unbestrittene Thatsache, dass eine geistige Arbeit eine entsprechende Menge von Nahrungsstoffen erfordert, welche eine gewisse mechanische Energiemenge repräsentirt, je größer die Denkarbeit (je größer die Schwierigkeit), desto größer wird diese physische Energie sein müssen. Sache des Psychologen wäre es die erstere, Sache des Physiologen, die letztere zu untersuchen.

Auf den ersten Blick erscheint dies als eine grob materialistische Anschauungsweise, doch mit Unrecht. Man braucht daher nicht im Geringsten materialistischen Wahnideen zu huldigen, als ob die Gedanken, Gefühle u.s.w. nur Erscheinungen der Materie seien; zur Begründung dieser Betrachtungsweise

genügt die Grundthatsache der gegenseitigen Relation, der Wechselwirkung der geistigen und physischen Welt, welche von vornherein erwarten lässt, dass auch die Begriffe der Energie sich berühren. Wenn aber eine solche Untersuchung zu keinem Resultate führen würde, so würde dies meiner Ansicht nach nur zeigen, dass es eben auf geistigem Gebiete kein strenges Analogon der physikalischen Energie gibt. ~~Doch erscheint es von vornherein nicht unwahrscheinlich, dass nicht die Willensanstrengung, die Denkarbeit, welche jemand leistet~~

Jedenfalls würde ich schon eher die Willensanstrengung, die Denkarbeit, welche jemand leistet, als ~~Aequivalent~~ Gegenstück der mechanischen Arbeit, der Energie auffassen, nicht aber die Energie mit dem Erfolge des Denkens, mit dem Culturzustande identificiren.

gemäß die Grundthatsache der gegenseitigen Relation, der Wechselwirkung der geistigen und physischen Welt, welche von vornherein erwarten lässt, dass auch die Begriffe der Energie sich hier berühren. Ich würde daher oder die Willensanstrengung, die Denkarbeit, welche jemand leistet, als Analogon der mechanischen Arbeit, der Energie auffassen, nicht aber die Energie ~~[illegible]~~ mit dem Effekte des Denkens, mit dem Culturzustande ~~[illegible]~~ identifiziren.

Das früher erwähnte Beispiel möge die Verschiedenheit dieser Auffassungsweisen erklären. Carriere sagt: Pythagoras bedurfte seiner ganzen Denkkraft, um den nach ihm benannten Dreiecksatz zu finden — heute lernt der Schulknabe nicht nur diesen Satz sondern das ganze Schaffen der Trigonometrie u.s.w., welches auf ihm aufgebaut ist, kennen und beherrschen — so sehr ist die geistige Energie gewachsen.

Ich möchte im Gegensatze dazu sagen: um den Dreiecksatz zu finden, hat Pythagoras dieselbe oder eine größere Energie aufgewendet, wie der Schulknabe, welcher die ganze Trigonometrie gelernt hat. Ich ~~verstehe~~ verbinde eben ~~[illegible]~~ mit dem ~~Begriffe~~ Worte Energie einen anderen Begriff, als Carriere, nämlich den aus der Physik herübergenommenen. Der Vorredner hat, wie ich glaube, ~~dem~~ Umstande zu wenig ~~Aufmerksamkeit~~ Beachtung geschenkt, dass die ~~[illegible]~~ Ausdrücke Energie, Arbeit, Bewegungsgröße u.s.w. in der Physik nichts anderes bedeuten als ~~[illegible]~~ willkürliche Benennungen gewisser mathematisch formulirbarer Ausdrücke.

Darauf weist auch der Umstand hin, dass er das Gesetz der Erhaltung der Energie oder wie es auch häufig genannt wird d. h. d. h. der Kraft aus Überlegungen über die nothwendige Unveränderlichkeit der Summe der Kräfte deduciren will. Er übersetzt dass mechanische Energie ~~in der Form oder Kraft~~ ~~nur~~ der Ausdruck für Quadrat der Geschw. × Masse ist, also eine ganz anders dimensionirte Größe als die Kraft. Ja er sagt sogar an einer Stelle: die Kraft, die man aufwendet, um ein Pfund Gewicht einen Fuß hoch zu

Leben, haben die Physiker Fortpflanzung genannt. Dies ist unrichtig; ein Fortpflanzung ist 9
eine Arbeitsgröße, respective Energiemenge aber keine Kraft. 10

Ich glaube ~~nun~~ — um somit diese Bemerkungen kurz zusammenzufassen, — dass der Begriff der Energie auf ~~d~~ geistigem Gebiete, wie ihn Carriere anwendet, nicht das Correlat zu dem physikalischen Begriffe der Energie bildet, dass man daher nicht das Gesetz des Wachsthums der Energie dem Gesetze der Erhaltung derselben gegenüberstellen und als Unterschied zwischen Materiellem und Immateriellem ~~bezeichnen~~ bezeichnen darf. ~~Diese~~ Es ist ~~da~~ keine überflüssige Spitzfindigkeit gewesen, auf diese feinen Begriffsunterschiede einzugehen; wenn man ~~diesen~~ den vom Verfasser aufgestellten Satz als Unterschied zwischen Natur und Geist aufstellt und ihn — wie es in der Schrift immer fort und fort betont, muss ~~es ganz einfach stand sein dass~~ die Übertragung dieser Begriffe eine ganz klare und unzweideutige sein.

Da dies nun meiner Ansicht ~~nicht~~ nicht der Fall ist, so muss ich, wenn ich zur Untersuchung des zweiten Theiles der Schrift übergehen will, den anfangs angenommenen Standpunkt modificiren; ich kann mich zwar der Einfachheit wegen des Carriere'schen Ausdruckes Wachsthum der Energie auch ~~[illegible] wie der, statt Wachsthum der E. setze ich einen [illegible] Ausdruck [illegible] oder einen [illegible] gebrauchen, doch will ich [illegible] der Einfachheit wegen ~~[illegible]~~ im Folgenden bedienen, nur müssen wir uns vor Augen halten, dass er ~~mit~~ kein Analogon zu dem physikalischen ~~in [illegible] Zusammenhange steht.~~ bildet

~~Ich will nun [illegible] Bedeutung des [illegible] Hauptthiles [illegible] anwenden, [illegible]~~ Ich lege den Inhalt des zweiten Theiles der Schrift unter der Frage zusammengefasst ~~[illegible]~~:

Wie erklärt sich das Wachsthum d. E. in der geistigen Welt?

Da müssen wir uns vor Allem eine vollständige Übersicht über die in ~~Frage~~ ~~[illegible]~~ stetenden Erscheinungen verschaffen.

Die Phänomene, welche der Verfasser in Betracht zieht, sind nun vornehmlich zweierlei Art: einerseits der Fortschritt oder wie Carriere sagt das Wachsthum der Energie, welches jedes Individuum während seines Lebens erfährt — andererseits der Fortschritt der Gesammtheit, die Culturentwicklung der Menschheit.

Die Betrachtung, welche Carriere zur Illustrirung des ersten Punktes gebraucht, habe ich schon früher angeführt; er weist hin auf die Entwicklung der geistigen Anlagen des Kindes, wie es lerne, nach Gesichtsempfindungen zu urtheilen und zu handeln, wie es durch Erlernung der Sprache die Ergebnisse der Arbeit von Jahrhunderten sich aneignet, und wie sich seine Denkkraft immer ~~[illegible]~~ steigert.

Er sagt: „Wir lernen, ohne dass der Lehrer das verliert, was wir aufnehmen, vielmehr wird ihm selber durch mittheilendes Aussprechen sein eigener Gedankeninhalt deutlicher, und der Hörende, Lernende thut aufnehmend zum Mitgetheilten Neues aus dem Seinigen. ~~[illegible]~~ So entwickeln sich unsere Anlagen von innen heraus, unter Mitwirkung der Menschheit, im Austausch unserer Arbeit mit der ihren; aber ohne dass Andere etwas einbüssen oder verlieren ist unsere Kraft, unser innerer Reichthum gewachsen und was wir ausgeben, was in Anderen fortwirkt, das ist zugleich in uns erhalten, ja es ist mächtiger geworden, in dem wir es aussprechen.

Das ist möglich, weil wir in der Innenwelt behalten, was wir einmal empfunden, gewollt und gedacht haben, wie wir es auch äussern und damit wirken mögen; das Neue verdrängt das Alte nicht, sondern schliesst sich ihm an, das Alte

entwickelt sich und wächst trotz immer neuer Eindrücke und Thaten, und nicht blos eine größere Fülle des Mannigfaltigen, auch eine größere Kraft des Einfachsten wird gewonnen, unser Wesen wird zu höheren Leistungen, zu tieferen Ideen, zu edleren Thaten befähigt."

Wie das Wesen thun der Energie in der Gesammtheit gemeint ist, ist wohl klar. Carriere weist hin auf den ungeheuren Unterschied zwischen der Culturstufe der Menschheit vor Jahrtausenden gegenüber heute, auf den Fortschritt von Wissenschaft, Kunst, ~~und~~ Gesittung. ~~auf die [illegible]~~ Das aber ist wieder nur eine specielle Erscheinung des allgemeinen Gesetzes, dass niedere Organismen allmählich zu höheren aufsteigen

Diese beiden Erscheinungen stehen im innigen Wechselbeziehung; einerseits empfängt das Individuum von seiner Umgebung, von seinen Vorfahren die bereits gewonnen Bestandsätze, andererseits fügt es selbst seinen Theil von Erfahrung hinzu und fördert so den Fortschritt der Gesammtheit.

Den Schlüssel zu dieser Erklärung des geistigen Fortschrittes des Individuums findet Carriere im Gedächtnis; was wir einmal empfunden, gewollt, gedacht haben, das lebt in uns fort.

Er streitet – wie mir scheint mit Recht – gegen die bloß mechanische Erklärung des Gedächtnisses. Es gibt zwar auch ein sogenanntes mechanisches Gedächtnis und dieses ist für uns auch von der größten Bedeutung; mit seiner Hilfe wird in uns z.B. beim Lesen, sofort wenn wir das gedruckte Wort sehen, auch die Vorstellung des Begriffes welchen es bedeutet, hervorgerufen, ohne dass wir mühsam die einzelnen Buchstaben zu Lauten zusammensetzen, brauchen, welche das ganze Wort bilden. Ebenso brauchen wir, wenn wir einer fremden Sprache mächtig geworden sind, die Worte nicht mehr ins Deutsche zu übersetzen; ebenso überträgt der Clavierspieler mit erstaunlicher Raschheit die Gesichtsbilder der Noten in die Bewegung der die Tasten anschlagenden Finger. Wundt sagt diesbezüglich: „Jede Übung besteht in der Mechanisirung von ursprünglich mit Bewusstsein geübten Willenshandlungen.“

~~Dieses Gedächtnis ist für den Fortschritt~~ Auf ~~[illegible]~~ mechanische

sagt er, könnte

ist bloß höchstens eine Aufbewahrung eines gegebenen Eindruckes erfolgen, nicht aber eine Reproduction, eine Wiedererzeugung von früheren Wahrnehmungen.

~~Das Gedächtnis~~ Ich führe wieder seine Worte an: Das Gedächtnis ist das untrügliche Zeugnis für einen dauernden einheitlichen Lebenskern in uns, und durch das

Jedoch bis unterscheidet sich die Seele von der anorganischen Natur.

Bei der Untersuchung des allgemeinen (Cultur-) Fortschrittes ~~in~~ der ~~Cult~~ Menschheit findet der Verfasser, dass dies nur eine ~~Spezialfall~~ specielle Bedeutung des allgemeinen Gesetzes ist, dass niedere Organismen allmählich zu höheren aufsteigen.

Über dieses Gesetz verbreitet er sich sehr ausführlich und bringt auch manche Ansichten vor, mit denen ich nicht ganz einverstanden ~~ist~~ bin, ~~da~~ auf diese Punkte will ich dann später noch zurückkommen.

~~Man~~ Der Verfasser ~~Geist~~ findet es unentbehrlich, zur Erklärung der fortschreitenden Entwicklung der organischen Welt ein allgemein giltiges Princip der Zweckmässigkeit anzunehmen. Er sagt: „Von hier aus bilden wir den Begriff der Entwicklung und lernen den Verlauf des organischen Werdens verstehen, wenn wir sehen, wie im befruchteten Ei zunächst ganz einfache Gebilde häufig paarweise hervortreten, wachsen, sich umbilden, und am Ende der Bewegung als Augen, Nerven, Herz, Hirn ihr Ziel für sich und im Zusammenhang des Ganzen erreicht haben. Sie stehen alle ~~in~~ in innerem Zusammenhange, jedes ist um des Ganzen willen da, der lebendige Organismus war das Bestimmunggebende für den ganzen Process; die treibende Kraft, welche ihr Ziel in sich trug, hat es im erfüllten Zweck gestaltet und verwirklicht. Um organisches Leben und Entwicklung zu verstehen, um diesen Begriff zu bilden, diese Thatsachen aufzufassen, ist der Zweckgedanke so nothwendig wie die Causalität: wir

stehen am ~~Ende~~ Anfang und sehen die wirkenden Kräfte, wir stehen am Ende und verstehen von da aus den Zusammenhang der Bildungsvorgänge, den Sinn des Ganzen." An einer anderen Stelle sagt er: „Das Innere, wie der leibliche Organismus, und der Naturmechanismus stimmen zusammen, die physiologischen Schilde wie die mechanischen Bewegungen sind für einander da, sie erreichen ihren Zweck in

~~Gegenthümlich ist die Stellung, welche er der Lehre Darwins gegenüber einnimmt. Er bezeichnet sich als deren Anhänger~~

den Tönen und Farben, wir lernen den Bau unseres Organismus darnach verstehen, als zweckmäßig erkennen."

Eigenthümlich ist die Stellung, welche er der Lehre Darwins gegenüber einnimmt. Er bezeichnet sich als deren Anhänger aber nur insofern als sie eben eine fortschreitende Entwicklung der Lebewesen annimmt. Er leugnet dass durch den Darwinismus der Zweckgedanke umgangen wird, und bemüht sich, indem er sich ausführlich über die Theorie der Vererbung verbreitet, zu beweisen, dass die Vererbung auf ~~rein~~ ~~ein~~ mechanische Weise nicht erklärt werden kann.

Dieses Wiederauftauchen der teleologischen Betrachtungsweise ist sehr eigenthümlich. In den exacten Wissenschaften hatte sie allerdings früher eine ~~ungroße~~ große Rolle gespielt, es ist ja bekannt zu welchen Absonderlichkeiten sie geführt hatte, wie sie sich namentlich in der Astronomie eingenistet hatte. Mit dem Fortschritte der Wissenschaften verlor sie hier ihren Boden; nur auf dem Gebiete der Biologie erhielt sie sich verhältnismässig lange, da ja auch nirgends ~~das Bedürfniss~~ die Einsichtung der Natur ~~um~~ eine Unterlegung von Zweckmässigkeits-Betrachtungen so begünstigt wie hier. Da erschien Darwin mit seiner, alles auf natürliche Weise erklärenden Lehre. Ich glaube ~~den~~ das Charakteristische derselben ist doch eben der Umstand, dass ~~m~~ der Zweckgedanke eliminirt wird, dass er durch die Wirkungen des Kampfes ums Dasein durch natürliche Auslese, ~~und~~ und Vererbung ersetzt wird. Ob diese Lehre ~~ist~~ den ~~M~~ Thatsachen der Natur in allen Punkten entspricht, das zu untersuchen ist Sache der Naturforscher; heute ~~sind~~ ist wohl die grosse Mehrzahl darin einig, dass die Grundzüge derselben richtige sind. ~~Warum aber~~ Für die philosophische Betrachtungsweise aber bedeutet doch Darwins Lehre eine grosse Vereinfachung der zur Erklärung nöthigen Principien und es ist mir unfindlich gewesen ~~dass~~ warum gerade hier diese Lehre, anstatt mit Freuden begrüsst zu werden, häufig auf solchen Widerstand stösst. Ich glaube der Grund davon liegt, wenigstens in dem vorliegenden Falle, bei Carrière, in dessen metaphysischen Ansichten, zu welchen die ~~Teleo~~ teleologische Betrachtungsweise einen willkommenen Übergang von den Erscheinungen des Wachsthums der Energie bietet. Ich will dies noch kurz berühren.

17

O podwyższenie: 18

14. Franciszek Dojarski	I	234 k. Zaleszczyk	ojciec (emer. inż. rog.) rodzina: 700 K. 6 z. 2 nies. (rg.)			przeniósł się z wyd. med. na fil. 1 bd. / 1 bd. } medycyna
7. Józef Josiewicz	III	315 Stanisł.	ojciec: 240 K. 9 (4 nies.)			2 (5) cal. / 5 cal.
3. Oleg Nosar	II	315 Stanisł.	5 mojżesz 3 rod.			3 (6) cal / 4 (9) cal. — 3 inst. cal. / 2 "
18. Wypoczański	II farm.	315 Stan.	?	taksa wyp. 140 K. pokrewieństwo		zdał egzamin wstępny farm.
9. Teodor Prymak	III	210	ojc: 10 mojżesz 4 siostry } niez. 4 bracia }	przyr.		Nostrifikacja przyjęta na warunkach przygot. 6 (1 cal 3 inst. cal. / 5 4 "
2. Szymon Łukopytko	II	315 Stan.	stolarz 5 nies. rod.	fil.		4 (9) cal / 4 (10) cal b.d.
15. Rudolf Kubeś	III	315 Stan.	chora wdowa po czeladn. nauczyciel			1 dobr / 1 bd. / 2 d. bd.
16. Stefan Kruczyński	I	315 kroc. zak.	robotnik gorniczy 2 n.			(2 cal 7 dbd. 1 d.) / 1 sem.

9). Nicfor Danysz	II.	915 Kick. zakond.	rolnik 2 mięs.	2n. 1z	nat fiz	2( )cal 2 dab cal / 3 (14) cal
Roman 10). Cegielski	II	915 Ktor.	Księdz	30½ mięs. 4 n. 12.	nat fiz.	2(11) cal / 3(15) cal b.d. 2 sem b.d.
6). Dykowski						
5). Dubanowicz						
7). Machowski						
3). Strutyński						

Pozostałych do inne

Über die Theorien der Elasticität fester Körper.

Vortrag, gehalten bei der Promotion am 15. Mai 1895

von

Dr. Marian R. von Smoluchowski

Wenn ich als Gegenstand meines Vortrages die Theorien über die Elasticität fester Körper gewählt habe, so geschah dies nicht in der Absicht, die endgiltigen Resultate der Forschung auf diesem Gebiete darzulegen — denn solche abschliessende Resultate haben wir noch nicht — sondern ich wollte bloss eine Übersicht über die verschiedenartigen Theorien geben, welche die Physiker behufs Erklärung der elastischen Erscheinungen aufgestellt haben, eine Exposition der verschiedenartigen Hypothesen, welche, obwohl die Ansichten darüber sich erst in neuester Zeit zu klären beginnen, schon jetzt manche Aufschlüsse über das Wesen der festen Körper geben, die für die ganze naturwissenschaftliche Weltanschauung von Interesse sind.

Unsere heutige Elasticitätslehre ist auf dem von Hooke 1675 aufgestellten Gesetze aufgebaut, demzufolge die bei einer Deformation eines festen Körpers auftretende Kraft der Grösse der Deformation proportional ist.

Dieses Gesetz, angewendet auf die Wechselwirkung unendlich kleiner Theilchen des Körpers genügt zur Ableitung der Differentialgleichungen der Elasticität in der Art wie dies von Clebsch, Lamé, Kirchhoff durchgeführt wurde und mit der Ableitung derselben ist die ganze mathematische Theorie der Elasticität gegeben.

Diese ist somit — die genaue Richtigkeit des Hooke'schen Gesetzes vorausgesetzt — nichts anderes als der mathematische Ausdruck der empirisch festgestellten Elasticitätsgesetze und auf ihre Gleichungen müssen schliesslich alle zur Erklärung der elastischen Erscheinungen aufgestellten Theorien zurückführen.

Sie macht keine weiteren Voraussetzungen, als ~~die~~ die genaue Richtigkeit des Hooke'schen Gesetzes, aber sie gibt auch keine weitere physikalische Erklärung; will man ihr eine physikalische Interpretation unterlegen, so muss man die sogen. Continuitäts-Theorie annehmen, nämlich die Körper als continuirlich den Raum erfüllende Materie ansehen, deren Theile bei Verschiebungen mit Kräften in die Ruhelage zurückzukehren streben, die der Verschiebung proportional sind.

Eine eingehendere Erklärung der Entstehungsweise dieser Kräfte ist auf diese Weise noch nicht versucht worden, die Elasticität wird eben als Eigenschaft der Materie statuirt.

Eine wirkliche Erklärung, das ist Zurückführung der Elasticität auf einfache Erscheinungen ist bisher — wenigstens theilweise — nur auf dem Boden der Molecultheorie gelungen. Diese sieht die Körper als aus einzelnen Molecülen zusammengesetzt an und führt die elastischen Spannungen auf die zwischen denselben wirkenden Kräfte zurück, somit auf Grundeigenschaften der Materie, wie sie sich auch in den Gravitations-Erscheinungen kundgeben.

Sehen wir nun zu, ~~wie~~ wodurch der Theorie gemäss die elastischen Kräfte ~~entstehen~~ bedingt werden, welche Voraussetzungen eingeführt werden müssen, um dieselbe mit den Experimenten in Einklang zu bringen und welche Schlüsse sich daraus auf die Constitution der festen Körper ziehen lassen!

Die einfachste Art, sich die Wechselwirkung der Molecüle aufeinander vorzustellen ist die, welche ~~Navier~~ die französischen Mathematiker Navier und Poisson (1825) annahmen. Demnach hätte man sich die Molecüle als ruhende Punkte vorzustellen, welche blos in der Richtung der Verbindungslinie auf einander wirken; dass diese Kräfte nur bei einer Verschiebung aus der Ruhelage bemerkbar werden, lässt sich dadurch erklären, dass man sie als Resultirende von gleichzeitigen Anziehungs- und Abstossungskräften ansieht, beide sind Functionen des Abstandes der Theilchen, in der Ruhelage heben sie sich auf, bei Annäherung überwiegt die abstossende, bei Entfernung die anziehende Componente.

Mit Hilfe dieser Annahmen hat Poisson thatsächlich diese Differential-Gleichungen der Elasticität abgeleitet, welche ich früher als analytischen Ausdruck der empirisch festgestellten Elasticitätsgesetze bezeichnet habe — mit Ausnahme eines einzigen Punktes, den wir später noch kennen lernen werden, und es ist daher leicht begreiflich, dass sich seine Theorie bis in die neueste Zeit eines bedeutenden Ansehens unter den Physikern erfreut hat.

Wie verhält sie sich nun zu den Anschauungen, die heutzutage unsere Physik beherrschen?

Diesbezüglich ist vor allem ein Einwand zu erheben. Poisson nimmt die Molecüle als ruhend an, wir stellen sie uns als beweglich und zwar um eine Gleichgewichtslage schwingend und rotirend vor, denn durch diese Bewegung der Molecüle erklären wir die Wärme, die Temperatur-Ausdehnung der Körper u.s.w. Allerdings wird die Wirkung dieser Bewegung theilweise dadurch berücksichtigt, dass die abstossenden Kräfte der Molecüle eingeführt werden; diese hätte man sich also durch die Stösse oder Schwingungen der immerfort beweglichen Molecüle hervorgebracht zu denken. Dies sowie die Annahme der gleichzeitig wirkenden anziehenden Kräfte steht in vollkommener Übereinstimmung mit unseren sonstigen Anschauungen, namentlich den in der kinetischen Gastheorie entwickelten.

Es ist von vorne herein auffällig, dass über das Gesetz der Anziehung oder Abstossung keine Voraussetzungen eingeführt zu werden brauchen; dies erklärt sich aber dadurch, dass bei den hier in Betracht kommenden Verschiebungen wieder Proportionalität zwischen denselben und den Kräften angenommen wird und das Kraftgesetz blos in den Coefficienten zum Ausdrucke kommt.

~~Erst Auch~~ Nur ~~[redacted]~~ die bei größeren Deformationen auftretenden Abweichungen von der Proportionalität, welche — wie in neuester Zeit Osgood Thompson experimentell nachgewiesen hat — doch recht merklich sind [ja bis zu mehreren % anwachsen

können] Längen von dem Kraftgesetze ab. Umgekehrt ~~müsste sich aus~~ daraus Rückschlüsse auf dasselbe zu ziehen sind wir Leute noch nicht im Stande.
(In dieser Beziehung sind auch die Bemühungen der Physiker, das zwischen den Gasmolecülen auftretende Kraftgesetz zu finden, von besonderem Interesse; Maxwell nahm an, dass sich die Molecüle im verkehrten Verhältnisse der fünften Potenzen ihrer Abstände anziehen; etwas Analoges hat Wertheim für die festen Körper angenommen, doch sind seine Schlüsse, deren Besprechung hier zu weit führen würde, auf mangelhafte Beobachtungen gestützt und auch sonst nicht einwurfsfrei.
In neuester Zeit hat Piers Bohl zu beweisen gesucht, dass auch zwischen den Gasmolecülen das Newton'sche Gravitationsgesetz stattfindet, welches somit ein wahres Universalgesetz wäre, giltig für die Entfernungen der Fixsterne Millionen von Meilen und für die Abstände der Molecüle der Körper 10^{-8} mm.
Andere Physiker haben jedoch ganz andere Ansichten entwickelt (manche nehmen sogar abstossende Kräfte an); eine einwurfsfreie Begründung ist ~~auch~~ noch für keine gegeben und es wird abzuwarten sein, bis sich die Ansichten ~~über diesen Punkt~~ darüber geklärt haben.)
Der wichtigste Einwand gegen die Poisson'sche Theorie, welcher sie schliesslich zu Falle bringt, betrifft den früher erwähnten Punkt.
Während nämlich die in den allgemeinen Elasticitätsgleichungen auftretenden 21 Constanten beliebige, von einander vollkommen unabhängige

Grössen sind, ergibt die Poisson'sche Theorie gewisse Beziehungen zwischen denselben infolge derer sich die Zahl der Constanten vermindern lässt.

So wird das elastische Verhalten eines isotropen, das heisst eines nicht krystallisirten, nach allen Richtungen gleich beschaffenen Körpers, durch 2 Zahlengrössen vollkommen bestimmt: den Dehnungsmodul, welcher die bei Längsdehnungen eines Stabes auftretende Spannung definirt und den Torsions-Modul, welcher den Widerstand gegen eine Verdrehung bestimmt.

Nach der Poisson'schen Theorie sollte nun der Dehnungsmodul 2·5 mal so gross sein wie der Torsionsmodul.

Diese Beziehungen geben sich noch in einer anderen anschaulicheren Weise kund: hängt man 2 D. an einen Kautschukstreifen ein Gewicht an, so erfährt er eine gewisse Verlängerung und gleichzeitig eine Abnahme der Dicke; nach Poisson sollte nun diese Abnahme der Dicke 1/4 der Verlängerung betragen (natürlich auf gleiche Dimensionen bezogen).

Diese Grössen können wir messen, hier besitzen wir einen Prüfstein für die Theorie.

Die ersten ausführlicheren Untersuchungen diesbezüglich wurden von Wertheim 1830 angestellt; dieser fand das erwähnte theoretische Ergebnis nicht bestätigt, vielmehr fand er für das Verhältnis der beiden Grössen, das man gewöhnlich Elasticitätszahl (oder Poisson'scher Coefficient) nennt, anstatt 1/4 den Wert 1/3.

Spätere Versuche haben ergeben, dass diese Zahl überhaupt keine allgemeine

Constante, sondern für jeden Körper verschieden ist. Kirchhoff, Voigt, Angot, Katzenelsohn ~~u.a.~~ haben mit größter Genauigkeit das Verhalten der Metalle und des Glases untersucht, andere Physiker haben Kautschuk, Leim, ich selbst habe andere weiche Körper wie Wachs, Paraffin etc. geprüft und das Ergebnis aller dieser Versuche ist, dass die Elasticitätszahl für verschiedene Materialien ganz verschiedene Werte hat, [von 0·13 (Aluminium nach Katzenelsohn) bis 0·5 (Leim gelatin nach Mauer)] ja Voigt hat sogar für chlorsaures Natron einen negativen Wert gefunden, das heißt: bei diesem Stoffe erzeugt Längsdehnung zugleich eine Vergrößerung des Querschnittes.

Letzterer Forscher hat auch analoge Untersuchungen über Krystalle angestellt und auch hier die Poisson'schen Folgerungen nicht bestätigt gefunden.

Es ist sogar erwiesen, dass die bewusste Elasticitätszahl von der Temperatur abhängig ist und zwar — wenigstens soweit darüber bisher Messungen vorliegen — mit wachsender Temperatur zunimmt.

Dies ist auch recht plausibel, da die Körper bei Annäherung an den Schmelzpunkt immer weicher werden und für weiche Körper diese Zahlen am größten sind; für den flüssigen Zustand ist der Grenzwert = 0·5.

Durch diese empirischen Thatsachen erscheint somit die Poisson'sche Molecular-Theorie widerlegt; eine Theorie, welche voraussetzt, dass die Kräfte der Molecüle nach allen Richtungen gleich sind, kann die elastischen Erscheinungen nicht genügend erklären.

Es müssen allgemeinere Voraussetzungen eingeführt werden, welche jene der Poisson'schen Theorie als speciellen Fall enthalten.

Ein solcher Versuch stammt von Seydler. Dieser hilft sich damit, dass er — eine Fechner'sche Idee aufgreifend — außer den zwischen je zwei Molecülen wirksamen Kräften auch noch andere als bestehend annimmt, welche bei Zusammenstellung von 3, 4 u. s. w. Molecülen statt haben sollen; ~~seit~~ oder wie er sich ausdrückt: er führt außer den gewöhnlichen binären Kräften auch noch ternäre, quaternäre u. s. w. ein. Auf diese Weise gelangt er wirklich zu den Elasticitätsgleichungen ohne die specialisirenden Folgerungen über die Elasticitätscoeff., andererseits aber gibt die Voraussetzung solcher Kräfte, für die wir sonst gar kein Beispiel kennen, zu großen Bedenken Anlass und wir würden jedenfalls eine weniger absonderliche Theorie vorziehen.

~~Viel besser~~ Am besten begründet und physikalisch ~~wahrscheinlicher~~ am wahrscheinlichsten erscheint die sogenannte Polaritätstheorie von Voigt. ~~Voigt~~

Voigt läßt die beschränkende Annahme fallen, dass die Molecüle nach allen Richtungen gleiche Kräfte ausüben, er nimmt eine bestimmte Axe im Molecül an, welche die Kräftevertheilung bestimmt; wenn also zB. ein zweites Molecül in die Richtung dieser Axe gelangt, wird es in anderer Weise angezogen, als wie wenn es in die Aequator-Ebene zu liegen kommt. Als Stütze dieser Annahme dient die Bemerkung, dass sonst, wenn keine solche Un~~gleich~~mäßigkeit vorhanden wäre, der regelmäßige Aufbau der Krystalle ein Räthsel wäre.

Mit Hilfe dieser Voraussetzungen leitet Voigt thatsächlich die Elasticitäts-gleichungen für krystallinische Medien ab und zwar ohne die specialisirenden Folgerungen der Poisson'schen Theorie.

Behufs Erklärung der elastischen Erscheinungen bei den gewöhnlichen, nicht krystallinischen Körpern macht er eine neue Annahme, dass diese nämlich nicht wirklich homogene isotrope Stoffe sind, sondern sich aus lauter kleinen Kryställchen zusammensetzen, welche in allen möglichen Richtungen sich aneinanderlagern.

Man hätte sich also die festen Körper ähnlich wie etwa im Grossen den Granit als Aggregat einer Menge von Krystallindividuen vorzustellen; für die weitaus meisten Mineralien und die Metalle kann man dies gewiss zugeben — der Mineralog bezeichnet sie schon lange als mikro- oder kryptokrystallinisch, nur betreffs mancher, namentlich organischer Stoffe bei denen wir nie Krystallisations-Spuren wahrnehmen [zB: Cellulose] wären noch diesbezügliche Untersuchungen nöthig.

Voigt berechnet also die elastischen Druckkräfte eines solchen Mediums, indem er den Mittelwert der Druckkräfte der Krystalle in allen möglichen Orientirungen nimmt; er berechnet die Elasticität der — von ihm „quasi-isotrop" genannten — Körper aus der Elasticität eines einzelnen Krystalles.

Eine directe experimentelle Untersuchung ist nur beim zweiten Theile seiner Theorie möglich: Vergleichung der krystallinischen und amorphen Stoffe.

Diesbezüglich hat nun Voigt eine Reihe höchst exacter Versuche [an Baryt, Kalkspath und Flussspath] angestellt, welche seine Ansichten vollkommen bestätigten: die aus den Elasticitätscoëfficienten der Krystalle berechneten und die direct beobachteten Moduln stimmten sehr gut überein.

Allerdings darf man die Tragweite dieses experimentellen Beweises nicht überschätzen: Voigt hat erwiesen, dass die Elasticitätsgesetze der Krystalle ~~das ursprünglichere~~ die ursprünglichen, die der amorphen Körper ~~das abgeleitete~~ die abgeleiteten sind, er hat letztere aus ersteren berechnen gelehrt und über die Constitution der amorphen Körper wichtige Aufschlüsse gegeben, doch der Kernpunkt seiner Polaritätstheorie ist wohl noch der Discussion unterworfen.

Die Grundannahmen, auch wenn wir sie als richtig annehmen, haben noch etwas Unbefriedigendes in sich. Soll es das letzte Grundgesetz sein, dass die Molecüle aufeinander Kräfte ausüben, welche in gewisser Weise von der Orientirung derselben abhängen? wie kann man sich diese Ungleichheit der Kräfte erklären?

Vielleicht wäre hier noch eine Ausbildung der Theorie möglich, indem man die Gestalt der Molecüle, die man sich ja aus Atomen zusammengesetzt denkt, einführt. Einerseits würde eine solche, falls von der Kugel verschiedene, Form eine Orientirung der Anziehungskräfte bedingen, andererseits müssten auch die abstossenden Kräfte infolge der ~~ver~~ ungleichen Stosswirkungen der Wärmebewegung nach verschiedenen Richtungen verschieden sein.

Allerdings müsste man, um dieses näher auszuführen, die auch von Voigt noch beibehaltene Annahme ruhender Molecüle aufgeben und die Bewegungen derselben berücksichtigen, die statische Theorie durch eine kinetische ersetzen.

Zu der Einführung der Bewegung der Molecüle in festen Körpern werden wir übrigens auch durch die Berücksichtigung eines anderen Theiles der elastischen Erscheinungen genöthigt, die bisher nicht erwähnt wurden, den Erscheinungen der sogen. elastischen Nachwirkung.

Ihr Wesen besteht — an einem Beispiele dargelegt — in Folgendem:

Hänge ich an einen Draht ein Gewicht an, so wird der Draht verlängert, dies geschieht aber nicht momentan, sondern es vergeht eine gewisse Zeit bis das Drahtende eine grösse Ruhelage erreicht, die man dann gewöhnlich als die Lage des Elasticitätsgleichgewichtes bezeichnet; untersuchen wir genauer so finden wir, dass es sich noch immer — allerdings kaum merklich — weiterbewegt und zwar immer langsamer, ja der Engländer Bottomley bemerkte an einem im Thurme der Universität zu Glasgow aufgehängten 23 m langen Drahte nach Jahren noch eine Abwärtsbewegung des unteren Drahtendes, allerdings nur um Bruchtheile von mm.

Kurz gesagt: das Wesen der elastischen Nachwirkung besteht darin, dass die Verschiebung nicht nur von der Grösse der spannenden Kraft abhängt, sondern auch mit der Zeit veränderlich ist.

Offenbar erfordert die mathematische Formulierung dieser Erscheinungen eine vollständige Umänderung der Differentialgleichungen der Elasticität, aber trotz vielfacher Versuche ist es noch nicht gelungen, vollkommen präcise empirische Gesetze derselben aufzustellen und die physikalischen Erklärungsversuche sind noch sehr mangelhaft.

Soviel nur ist gewiss, dass diese Phänomene darauf beruhen, dass die Molecüle auch in festen Körpern nicht fix angeordnet sind, sondern sich im Laufe der Zeit drehen, sich seitlich verschieben [sodass sich die Körper in einer gewissen Beziehung den Flüssigkeiten nähern].

~~Die~~ Eine Theorie, welche, auf dem Boden der Voigt'schen Theorie weiterbauend, auch die Bewegung der Molecüle berücksichtigt, ~~welche die Gesetze der Elasticität aus dem Kraftgesetze ableiten wird~~ — wir können sie im Vorhinein: kinetisch-dynamische Theorie der festen Körper nennen, — wird einen grossen Fortschritt in der Physik sein.

Etwas Analoges sehen wir ja an der kinetischen Gastheorie, soweit sie bis heute entwickelt ist. Allerdings sind ~~hier~~ (bei den festen Körpern) die Schwierigkeiten, namentlich mathematischer Natur, unvergleichlich grösser, aber sie werden überwunden werden.

Dann ~~ergeben sich~~ aus den wenigen Grund-Annahmen über die Art der Molecüle und der zwischen ihnen wirkenden Kräfte die Gesetze der Elasticität, der Nachwirkung, der inneren Reibung, der Wärmeausdehnung u.s.w. ableiten lassen,

es wird sich die Zustandsgleichung der festen Körper daraus ergeben, ja noch mehr: die Gesetze der festen Körper, der Flüssigkeiten und der Gase werden sich aus denselben Annahmen entwickeln, sich in Eines zusammenfassen lassen, die Physik ~~der Materie~~ wird einen großartigen Überblick, eine einheitliche Anschauung gewonnen haben, welche die gesammten Erscheinungen des Weltalls umfassen wird.

Das ist das hohe Ziel, dem die heutige Physik der Materie zustrebt.

IV 4

Odszył 5/III 1897

w Hargenie

Dr. Zdzisław Stanecki: Akumulator nowego systemu. (Odbitka z „Czasopisma technicznego"; Lwów nakładem Towarzystwa politechnicznego, 1904. str. 36.)

W ostatnich czasach słyszało się tyle najrozmaitszych wieści o akumulatorach Steneckiego, że z żywym interesem i wielką ciekawością bierze się do rąk powyższą broszurę. „Wieści" bowiem — jak zwykle — grzeszą w dwóch kierunkach: albo zbytnio przesadzają doniosłość jakiegoś wynalazku, albo odmawiają mu po prostu wszelkiej wartości. W sprawie akumulatorów Steneckiego oba te grzechy w istocie wystąpiły na jaw; lecz z jednej strony nazwisko wynalazcy Polaka, z drugiej zaś sam rodzaj wynalazku (gdyż stało się (poniekąd) zwyczajem oczekiwać rozwiązania wielu piekących spraw przyszłości właśnie przez wynalezienie odpowiednich akumulatorów) — sprawiły, że z przytoczonych dwóch grzechów pierwszy zaznaczył się wybitniej. I to jest też jeden z powodów, dla których pojawienie się broszury Dra Steneckiego, zdającej sprawę o istotnym stanie rzeczy, było bardzo na czasie.

A o istotnym stanie rzeczy przedstawionym jest w broszurze bez zarzutu. I tak,

Dr. Zdzisław Stanecki: Akumulator nowego systemu. (Odbitka z „Czasopisma technicznego"; lwów nakładem Towarzystwa politechnicznego, 1904. str. 36.)

W ostatnich czasach słyszało się tyle najrozmaitszych wieści o akumulatorach Staneckiego, że z żywym interesem i wielką ciekawością bierze się do rąk powyższą broszurę. „Wieści" bowiem — jak zwykle — grzeszą w dwóch kierunkach: albo zbytnio przesadzają doniosłość jakiegoś wynalazku, albo odmawiają mu po prostu wszelkiej wartości. W sprawie akumulatorów Staneckiego oba te grzechy w istocie wystąpiły na jaw; lecz z jednej strony nazwisko wynalazcy Polaka, z drugiej zaś sam rodzaj wynalazku (gdyż stało się (poniekąd) zwyczajem oczekiwać rozwiązania wielu pieczących spraw przyszłości właśnie przez wynalezienie odpowiednich akumulatorów) — sprawiły, że z przytoczonych dwóch grzechów pierwszy zaznaczył się wybitniej. I to jest też jeden z powodów, dla których pojawienie się broszury Dra Staneckiego, zdającej sprawę o istotnym stanie rzeczy, było bardzo na czasie.

A oto istotny stan rzeczy przedstawiony jest w broszurze bez zarzutu. I tak dowiadujemy się zaraz na początku i z opisu autora i z dosłownie przytoczonej opinii rzeczoznawców (Dr. Knorre i Dr. Peters z Charlottenburgu i prof. R. Dzieślewski ze Lwowa) o różnicach, istniejących między dotychczasowymi systemami akumulatorów a akumulatorami Dra Staneckiego, jakoteż o zaletach, wynikających właśnie z owych różnic. Te różnice polegają na odmiennym niż dotąd sporządzaniu płyt akumulatorowych (przy użyciu tych samych materyałów co dotychczas), skutkiem czego ich masa czynna jest bardzo porowata, ale pomimo to twarda jak kamień. Porowatość i twardość razem sprawiają, że akumulatory systemu Staneckiego mogą być bez uszczerbku ładowane i wyładowywane prądem o znacznej gęstości, co może stanowić ich niemałą zaletę przy zastosowaniu do trakcyi. Dalszą zaletą nowych akumulatorów jest to, że nie są wcale droższe od dotychczasowych, mimo iż przy tej samej pojemności są w granicznym wypadku około dwa razy lżejsze niż akumulatory dotąd powszechnie używane.

IV 4

Odrzyt 5/III 1897

w Glogowie

Paper read before the
Gentlemen Physical Society, Glasgow University
March, the 5th 1897

First I must tell some words ~~about~~ on the subject which I propose to speak about, as I must admit that the title: Spectrum of Radiant Energy is somewhat vague.

Some twenty years ago we knew only one ~~form~~ kind of ~~radiant energy~~ radiation which appears as radiant heat, light or ultraviolet rays but since there have been discovered the cathode rays, ~~Herz discovered electric waves~~ then the Herz-waves which could be called also Herz-rays or electric rays, then ~~we~~ the Röntgen rays, the Becquerel rays, Prof. Widemann has discovered a kind of his rays, now professor S. Thompson pretends to have found a new kind of "internal" rays; nowadays every physicist who respects himself must try to ~~discov~~ find out some new kind of rays with more or less wonderful properties and to associate his name with them for the benefit of posterity.

~~I will not speak~~ ~~or will~~ All these are forms of ~~radiation~~ radiant energy but I will and cannot speak on all them,

I restrict myself to the radiation emitted by the bodies only on account of their temperature ~~or the quantity of heat contained in them in the ordinary state.~~

or I might say perhaps on account of their internal thermal motion in the ordinary state. that is what we used to call heat and light rays

We know already a good deal of various effects of radiation, which enable us to distinguish between its different forms and to make quantitative measurements. Thus, for example, the radiation of very small wave length, commonly called ultraviolett rays have the property of discharging electrified bodies under certain conditions; some kinds of rays as also the ordinary light are changing the electrical resistance of certain metallic bodies, as for instance Selenium, and also of very thin layers of metallic powder, a property analogous to that of Hertz waves.

So far we know, almost all kinds of rays are producing certain chemical actions;

and also here I will speak more in detail only on two interesting points: the bolometric researches of Langley and on the new researches on regularities in the spectra of metals.

←

~~which we utilize for photographic purposes~~

This ~~not~~ effect is most commonly known for example as producing the sensation of light in our eyes.

On the other side we make use of it in photography.

The photographic action is not only limited, as often wrongly supposed, to the ultraviolett and the visible light, but can be extended, by adding certain substances, sensibilators, also to ultra red rays of very large wave length, so that we can photograph, as Captain Abney showed, ~~also~~ easily the invisible ultrared spectrum. →

The most general effect of radiation is the heating effect. Every radiation, when absorbed, must produce heat and the determination of the quantity produced in a given time is the only proper way of comparing the intensities of ~~radiations~~ rays. It gives us directly the quantity of energy transmitted by the rays.

Our usual heat measuring instrument the thermometer cannot be used, of course, for the determination of radiant heat ~~small quantities~~. It is not sensitif enough. But we can use a Thermopile,

All these effects can be used to measure the strength of radiation and they have sometimes advantages for practical purposes.

But the ~~far~~ most rational and from a scientific point of view the most important ~~way~~ method of measuring radiation is the calorimetric method, that is by using ~~the~~ its heating effect.

It is the only one which can be used for any kind of radiation. Every radiation, when absorbed, must produce heat and the determination of the quantity produced in a given time is the only proper way of comparing the intensities of rays of different wave lengths. It gives us directly the quantity of energy transmitted by them.

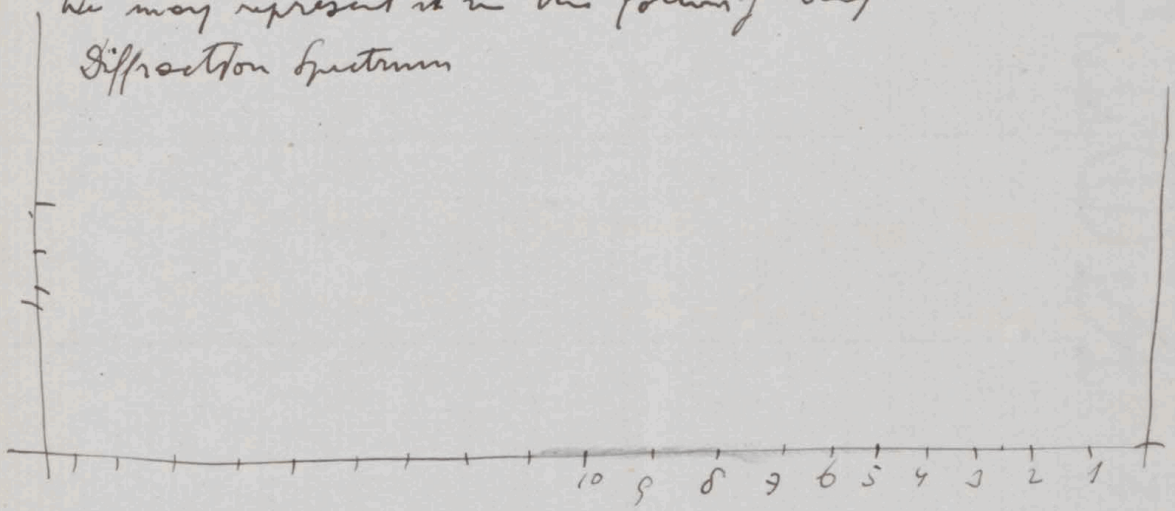
that has been done by Melloni, or a Bolometer, perfectioned ~~extremely~~ by Langley, or also the most sensitive instrument the Rikra Radiometer invented by Boys. The sensitiveness of the ~~the~~ last two instruments can be made quite extraordinary; we can measure even the heat emanated by the moon or by the stars, ~~only the~~ but of course the difficulties in experimenting with them are also enormous as ~~the errors~~ ~~of errors~~ all ~~extra~~ extraneous temperature differences, especially do those produced by the own heat of the body of the experimenter

The difficulty does not consist now in obtaining a sufficient sensitiveness, with the Bolometer and the Rikra radiometer we can measure even the heat emanating from the moon and the stars, but in avoiding the sources of errors, the temperature differences produced by external causes and especially also by the body of the experimenter himself. The way of experimenting is given now, but still there ~~errors~~ has been very

I think I need not to go into a detailed description of these instruments. A Thermopile

little done till now; our knowledge of radiant heat-spectrum is limited nearly entirely to the researches of Langley.

Let us look now at some of the results obtained by Langley with the aid of his bolometer. It is known, that, generally, solid bodies and liquids, if sufficiently thick, give a continuous spectrum when heated.
So long as the temperature does not exceed 500° degrees this spectrum is limited entirely to the invisible part of the spectrum, we cannot see it, but we can measure it with ~~the~~ one of the above mentioned instruments.
We may represent it in the following way



these curves have not yet been represented with sufficient exactness by mathematical formulae.

Weber put forward a formula, ~~before get to fig. results were known~~

$$s = A \frac{e^{a\theta - \frac{1}{b^2\lambda^2\theta^2}}}{\lambda^2}$$

which represents indeed some of the features of these curves. But it is not at all yet sufficiently well established

For the maximum value of ~~energy~~ the curve the formula gives the relation $\theta_m \lambda = \text{const}$, which has been deduced by other, simply thermodynamical considerations also by W. Wien. That means that:

The area of these curves represents us the whole quantity of energy of all wave lengths radiating from the heated body.

After Webers formula we would ~~have~~ get for it the expression

$$\int \ldots = B\,\theta\, e^{a\theta}$$

This is in contradiction to ~~another~~ a law brought forward by Stefan (1879) that the total quantity of energy radiated from a black body is proportional to the 4th power of ~~the~~ its temperature. This is the formula which has been found till now to be best in accordance with the results of various experimenters and it has been proved, though by ~~assuming~~ making an improven but very probable assumption, theoretically by Boltzmann.

So far we have considered only ~~continuous~~ spectra, such as emitted from heated solids or liquids. They are all continuous; also when we heat the body to white heat and observe its light by a spectroscope it shows all colours from red to violet.

~~This~~ The character of the spectrum changes completely if we ~~have~~ consider instead of a heated solid body a heated gas, for instance a flame or the gas enclosed in a Geissler Tube and heated by the electric discharge. Then the spectrum

Now we will consider still higher temperatures, such that the vapours of metals or the gases ~~begin luminescence~~ show luminescence. Then we can use the spectroscope and our own eyes for observation; for quantitative measurements it would be far better to use still the bolometer, but nobody has yet done that. There is a good deal of research to be done yet.

consists of successive bright and dark spaces.

So long as we have a comparatively weak electric discharge and therefore low temperature, most gases show a succession of striae, resembling a little in appearance to the flutes or channels of a Greek column.

Formerly it was thought that this was also a continuous spectrum, only with ~~differences in~~ brightness but it has been shown that a ~~spectrum of sufficient~~ (unequal distribution of) good spectroscope resolves them in a great number of fine lines.

Here the regularity of arrangement is extremely striking, but still we ~~do not know~~ have not yet found a definite law. Deslandres in Paris seems to have found some relations but

The appearance of the spectrum changes very much when the discharge is stronger or the temperature higher. Then we see only a few very bright lines on a dark space, that is the well known line-spectrum.

~~This spectrum depends~~

Its appearance depends very much on the way in which the gas is excited, if by continuous current, or by alternating current, with or without condenser, ~~[illegible]~~ on the density of the gas etc. etc.; ~~but the~~ ~~the~~ the lines change in number and brightness but they dont change their ~~place~~ position.

That is a fundamental ~~the point of~~ difference against the continuous spectrum of glowing bodies, where the maximum shifts to smaller wave-lengths, gradually, as the temperature increases.

This stability of the positions of the lines suggested to find out some relation between them. ~~[illegible]~~ A great lot of people tried in vain; they sought to find analogies in the number of vibrations to those of the harmonic sounds in acoustics.

There is nothing similar in the light spectrum.

~~At last in~~

The Swiss physicist Balmer was the first, who made a start in the right direction. In 1885 he gave a formula which represents the spectrum of hydrogen. If you put in the expression $\lambda = A \frac{n^2}{n^2-4}$ the numbers 3 – 15, you get for $A = 3647$ λ exactly the wave lengths of the fourteen lines of hydrogen.

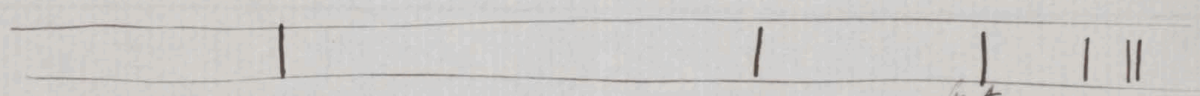
This principle has been followed and utilized by Mr. Kayser & Runge. If we take the reciprocal of the above formula it can be written

$$\frac{1}{\lambda} = \tau = \frac{1}{A} \frac{n^2-4}{n^2} = \frac{1}{A} - \frac{4}{A} \frac{1}{n^2}$$

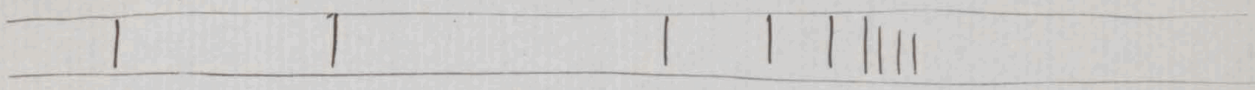
Now Kayser & Runge have shown that a more generalised formula $\frac{1}{\lambda} = A - \frac{B}{n^2} - \frac{C}{n^4}$ is sufficient to represent a great number of lines of various metals.

Take for example Sodium. If heated to very high temperature it emits besides the well known yellow lines a great number of lines. These can be arranged in three series. The brightest

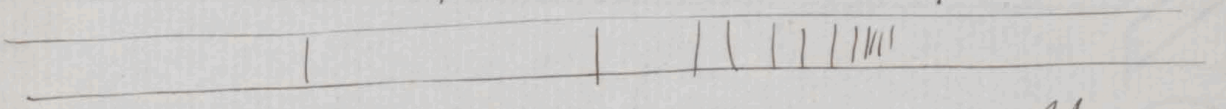
lines form one series called principal series



A second series consists of fairly bright lines but of indistinct unsharp appearance



and a third series of weak but very sharp lines

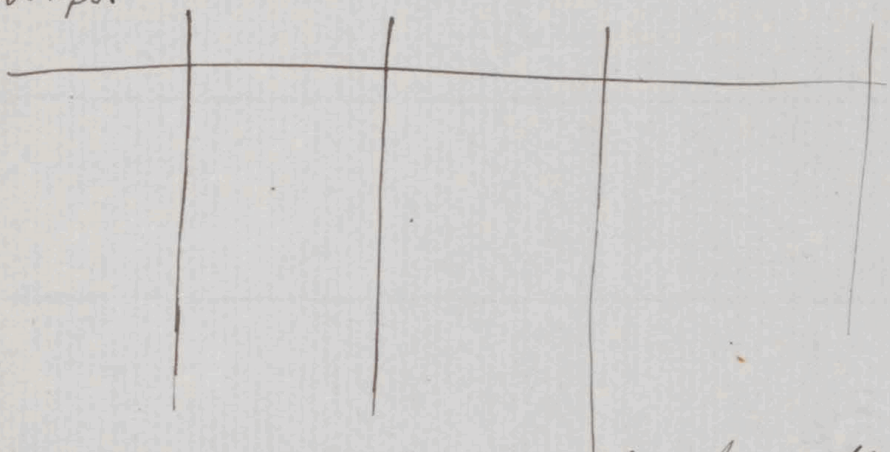


These two series are called Nebenserien, we might say: secondary series. They have the same coefficient A, that means:

and the same B, which generally is very nearly the same in all metals only their C is different. I must mention that all these lines, which we supposed single, are in reality double lines.

Comparing the spectra of ~~the~~ different metals we find a curious connection with the periodic system of chemical properties. I suppose you all know that the elements can be arranged according to their atomic weight in a

system so that elements of similar properties are united in groups.



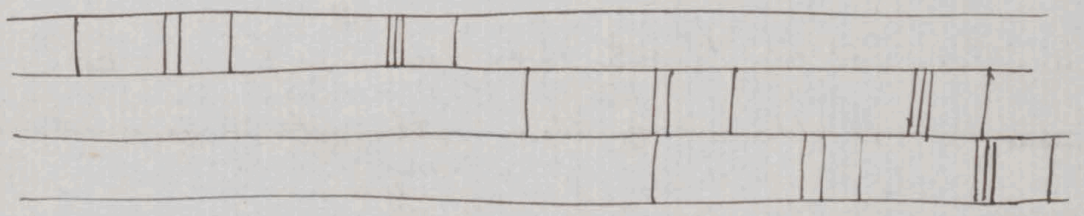
Well then, the alcali metals have three such series of lines; Cs and Rb only ~~two~~ the two series, called secondary. The same is the case with the metals of the III group. ~~There~~ The metals of the second group, however, have two series of triple lines.

In the alcalis all existing lines are subsumed ~~and~~ in these series, while in the other metals there are some lines which do not belong to this series-arrangement.

In the metals of the other groups IV V VI VII VIII, have not yet been found such series, (only in Mn there are two) as above described, but however there seems to exist also

something analogous.

Thus for example in the spectrum of lead there is to be found a group of lines which occurs three times, every time shifted a little more to the right.



But I won't speak more about that, there are not yet found enough sure results.

~~Only I should like to show you on an example that this~~ ~~of series~~ ~~has no not a more approximation~~ more or less inexact.

I might only say some words more on one element that is on Helium. You know that to the great number of metals discovered by spectrum-analysis as: Rb, Cs, In, Th, Ga there has come a new one two years ago: Helium, the green lines of which had been known a long time ago to exist in the atmosphere of the sun. Runge and Paschen found the same lines in a gas enclosed in a mineral Cleveit and discover thus the new element. Now the spectrum of Helium is arranged in six series, while in other elements there have been found only two or three. Therefore Kayser & Runge think that this gas is not yet the element →

itself but that it is a mixture of two similar gases (which they call) Helium and Parhelium. That seems to be confirmed by the observation of density of ~~different~~ various Helium samples which show slight differences in density. Till now that is only a hypothesis, we shall see if they are right.

I should like now only to ~~state~~ show you with some figures, ~~the~~ which ~~present~~ (exact coincidence) can be obtained between these mathematical series and the observed wave lengths.

For example Hydrogen:

there seems to be something genuine in that, there is no doubt and it must be desired that analogous formulae might be found for ~~all~~ the spectra of all metals. Now the question arises: ~~what~~ what is the meaning of this series-law? The formula is a mere mathematical description, but what is the mechanism of the vibrating molecules or atoms which produce oscillations of such curious regularity?

We have no answer yet ~~on~~ to this question, as we have not yet any knowledge of the forces and the structure of the atoms constituting a molecule. Meanwhile we must be thankful to have found a mathematical law for the spectra. On the explanation of it you might make more or less ingenious hypothesis and ~~fantasies~~ theories, just as you like.

There could be said much more still interesting on the subject of spectral radiation, but I am afraid I have

detained you far too long already; all I have to say is to thank you for your patience and attention.

At page 6 and 7
(Wied. Ann. 1896, Phil. Mag. 1897)

In a recent paper W. Wien has deduced from simple thermodynamical considerations the formula

$$\sigma = \frac{A}{\lambda^5} e^{-\frac{B}{\lambda\theta}}$$ for the energy of radiation

this is in accordance with Stefan's law.

Another law would require another ~~fact~~ exponent instead of the 5.

A oto istotny stan rzeczy przedstawiony jest w broszurze bez zarzutu. I tak dowiadujemy się zaraz na początku i z opisu autora i z dosłownie przytoczonej opinii rzeczoznawców (Dr. Knorre i Dr. Peters z Charlottenburgu i prof. R. Dzieślewski ze Lwowa) o różnicach, istniejących między dotychczasowymi systemami akumulatorów a akumulatorami Dra Stanieckiego, jakoteż o zaletach, wynikających właśnie z owych różnic. Te różnice polegają na odmiennem niż dotąd sporządzaniu płyt akumulatorowych (przy użyciu zużytą tych samych materyałów co dotychczas), skutkiem czego ich masa czynna jest bardzo porowata, ale pomimo to twarda jak kamień. Porowatość i twardość razem sprawiają, że akumulatory systemu Stanieckiego mogą być bez uszczerbku ładowane i wyładowywane prądem o znacznej gęstości, co może stanowić ich niemałą zaletę przy zastosowaniu do trakcyi. Dalszą zaletą nowych akumulatorów jest to, że nie są wcale droższe od dotychczasowych, mimo iż przy tej samej pojemności są w granicznym wypadku około dwa razy lżejsze niż akumulatory dotąd powszechnie używane.

48a

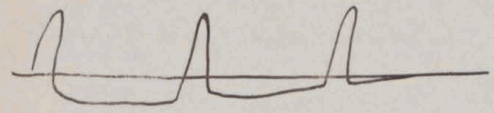
IV 7

Różne wykłady etc.

w Wiedniu 1897 - 1899

Vorherige Bifilmittel, welche meist verwendet werden zur Erzeugung von Wechselstrom

Oft.: Inductoren ~~intermitt~~ Wechselstrom



daher sehr unvollkommen

~~[illegible]~~ Gassot Wechselstrom von 3000 El., natürlich zu geringe Stromst.

Bittorf: Chromsäure Elemente bis zu 1600

Trowbridge: 5 dann 10.000 à 2·1 V Bleiaccumulatoren und $\frac{1}{4}$ O.

à 10 cm² $\delta = 6$ mm

geladen durch (60 V Dynamo), schwierige Isolation, nur Paraffin, Glimmer, Ebonit, kein Holz). Directe Entladung zerschlägt Geissler Röhren gewöhnlich einige ~~[illegible]~~ Millionen Ohm als Vorschaltwiderstand eingeschaltet. Funken

Graphite zu verbrennlich

Allerdings könnte für die meisten Zwecke auch eine Influenzmaschine ausreichen (~~[illegible]~~ 20 plattige geben bis zu 0·1 Amp) Kaufmann

---

II). Planti Rheostatische Maschine

30, 60, schließlich 120 Condensatoren à ~~[illegible]~~ 37 × 45 cm

1·6 mm dicke Glasplatten; Verbindung mittelst zweier Bubelgriffe herzustellen, nicht aber rotirender Cylinder. Bis zu 2 m lange Funken

Funken von beachtbarer Metallmasse, Wärmen des Zimmers, 30 cm lange Büschel von Electrodendrähten. Braucht statt $\frac{1}{3}$ HP anstatt 30-40 HP (die bei Transformator).

2)

Anwendungen

II. Verschiedenheiten von Band- & Linienspectren der Gase

Argon rothes & blaues Spectrum.

2000 V waren nöthig, doch sank dabei die Pot. diff. zwischen den Electroden mitunter bis auf 630 V.

Dabei rothes = Bandenspectrum. Auch wenn Capacität eingeschaltet blieb dies unverändert, solange alle Contacte gut, und Cond. ruhig. Doch als Funkenstrecke eingeschaltet, begann der Cond. zu brummen und das Spectrum wurde blau, und rotirender Spiegel zeigte, dass es intermittirend war.

Einführen von Widerstand oder Selbstinduction verwandelte es wieder in roth; continuirlich, da die Schwingungen gedämpft $\left(T = \frac{\pi\sqrt{LC}}{\sqrt{1-\frac{R^2C}{4L}}}\right)$ $e^{-\gamma t}$

$$\left(\gamma T = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}\,\frac{R}{\sqrt{1-\frac{R^2C}{4L}}} \qquad \gamma = \frac{R}{2L}\right)$$

impedance $= \sqrt{R^2 + mL^2}$

Ebenso mit gewöhnl. Inductors Spr. blau, aber roth wenn R oder L

. . . . . elect. Maschine roth, aber blau mit C und Funken.

Blau wenn in Nähe eines Hertz Oscillators: Talentoscop.

IV continuirlich: 10000 V roth Bandenspectrum.

mit Funkenstr. mehr violett

" grosser " bläulich, die rothen Banden verschw.

und Condens. helles Linienspectr.; bläulich grün

" " und R L : wieder Bandenspectr.; bläulich weiss (gewöhnlicher Fall)

Grund kann sein: die enorm verschiedene Stromstärke in den zwei Fällen 5
50

vl. 10 Funken per sec., davon jeder 10^{-6} sec., also ~~Ath~~ $i = 10^5$ mal so groß als bei contin. Strom = 100 amp, anstatt aber die Oscillation

wenn $r = 10$, ~~th~~ $E = 10\,000$, $i = 1000$

$\frac{1000 \cdot 10000}{746}$ HP ~~pr~~ wenn das ~~p~~ in sec. lang dauerte wäre

---

In der That wurden auch das blaue H Spectrum bei directem Strom beobachtet, aber die Röhre hielte es nicht aus.

Wahrscheinlich Dissociation, bei $H_2 = H + H$ etc.

aber bei Hg muss das Atom zerspalten werden, da hier auch zwei ganz verschiedene Spectra zu erhalten sind.

Dieselbe Methode angewendet auf Electrolyte < 20 Ohms

vl. 2 schwarzsäure Cu Platten in $CuSO_4$ ... 4 Ohms

nach Kohlrausch Methode sehr schlechter Strom. 10 Ohm

dagegen genau 4 Ohms wenn gereinigt und verkupfert

ebenso mit Pt, wo Kohlrausch Meth. gar nicht anwendbar

also electrolytische Leitfähigkeit unabhängig von Stromstärken.

Diese Untersuchung führt über jetzt dazu, die Vorna näher zu untersuchen mit 20000 V noch keine RR; blos violettes Licht in der Röhre wenn erhitzt, Electroden glühend aber keine RR.

Dagegen mit Planté Apparat über 100,000 V ~~ein~~ sehr starke Wirkg.

Eine einzige Entlad. (10^{-6} sec.) genügt ~~bei den stark Potentials~~ um Photogr. der Kreise zu erhalten bei $V = 10^6$ V; Crookes Röhre wo bei geringem Potential der Funke lokal durch 8" Luft durchschlug wurde bei 10^6 ausgezeichnet erregt. Widerstand nach früh. Methode cca 5 Ohms.

Vacuum breaks down and becomes a conductor (?)

Funken in gewöhnl. Luft:

Derselbe R wenn 1" oder 6" lang, aber abnehmend mit EMF

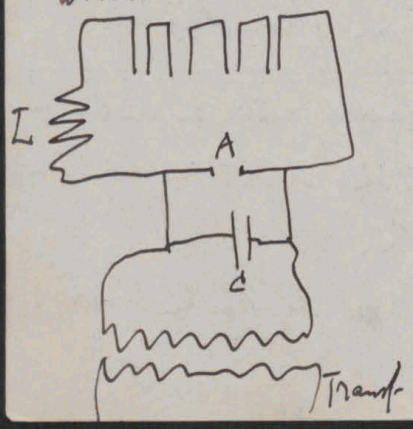
nicht vermehrt durch Compression der Luft auf 4 Atm.

geändert " Material der Electroden, oder Form, oder magnetisches Feld.

(Funken konnten bis zu 3' Länge ausgezogen werden mittels seiner Batterie)

Dann zeigten sich in der Photographie übereinandergelagerte continuierliche und discont. flammende Entladungen, wenn 2 Funkenstr. angewandt wurden, 5–6 Oszillationen; dabei nöthig die flammende Entlad. auszublasen.

Widerstand des Lichtbogens



Widerstand im Kreise AC wird gemessen durch Funken~~entl.~~strecke in C (cca 0.8 Ohms)

μ = Ind. Coeff. c = Cap.

Then $T = \dfrac{\pi\sqrt{\mu c}}{\sqrt{1-\frac{v^2 c}{4\mu}}}$

---

30 condens glass $\frac{1}{16}$" thick (1·6 mm), 15 × 18" sparks 9–10" (25 cm)
afterwards 60 = 1,200.000 V two lever arms, no rotating cylinders
afterwards 120

10000 cells à 2·1 V

lead plates 10 cm² separated by 6 mm

galvan by dynamo (60 V

difficult insulation (no dry wood, but paraffin, mica, vulcanite)

discharge splinter a Gassler tube; usually several million Ohms interposed

water in tubes of rather large diameter; graphite too combustible

---

Argon red glow obtained with 2000 V but actual diff of pot. from 630 V upwards

introduction of capacity no charge ~~so large~~ as connexions good and condenser quiet; but with spark gap blue spectrum

by revolving mirror seen intermittent

introduction of resistance or of self induction equivalent in changing blue to red th. i. ~~discon~~ oscillatory to continuous, by damping the oscillations. (Likewise with ordinary induction coil ohm resistance or impedance) In the same way with electrical machine red, but blue with spark gap and condenser. When near a Hertz oscillator, giving blue light therefore argon tube called: Tolantoscope for the study of electrical waves

$\frac{1}{75} \cdot \frac{1}{425}$ ~~[illegible]~~ Cal $= \frac{1}{30000}$

~~[illegible]~~ ~~0,001~~ $10^3 \cdot 10^3 \cdot 10^3$ // $\frac{10^4}{3} = 3300^0$

With nitrogen 10000 V.

~~chan~~ continuous current : channelled spectrum red

with air gap more violet

large red bands disappear, blue appear

with condenser bright line spectrum, bluish green appears

damped by resist. or self ind. channelled spectrum reappears bluish white

(probably the usual with induction coil)

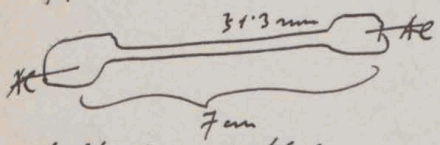
Hydrogen ~~wit~~ white channelled spectrum – at tensions 0·05 – 3 mm

red glow : four lines (C F G H) when ~~resist. or ind.~~ ~~and~~ large capacity

with increasing impedance other lines reappear

when pressure much different, then no continuous as the resist. of tube itself too great.

Apparent resist to continuous current very great



current about 0·001 Amp

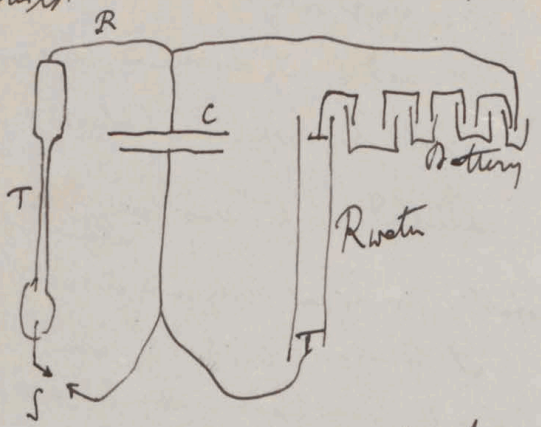
fall of potential very irregular most of it residing at the electrodes after Hittorf ; Word the same for the developed heat

Total resistance minimum, but resist. of a middle portion constantly decreasing with decrease of ~~current~~ pressure according to Hittorf

H	
7 mm	2600 V
4	1900
2	1340
1	1100
0·5	1220
0·13	very high

N	
4 mm	2600 V
1·7	1600
0·7	1140
0·3	980
0·13	1700
0·06	2800

Such resistances of course would choke any oscillatory discharge whilst oscillations choked by interposing a few ohms



Light of the tube itself too faint to be photographed, but addition of a spark gap (Cd or Zn electrodes 1·3 mm apart)

When T was replaced by known resistances (manganin wires)

Number of half oscillations (about 500 sparks were taken)

Res.	Cap. = 6000 E.A.U.	18000
0		32
1		21
2	16·0	13
4	9·5	7
7	6·5	4
10	5·0	3
20	2·0	1·7
30	1·0	1

corresp. Resistance of hydr. tube

p	Cap. 6000	18000
10·0	50 0.	15
5	30	15
2	20	10
1·25	15	7
0·31	7	5
0·15	10	5
0·05	11	

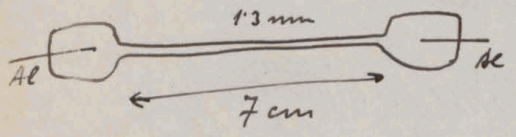
LLH Weit Bandenspr. 0·05 - 0·3 mm

dagg. roth wenn Linienspr. (CFSH) mit grosser C

aber andere Linienspectren wieder successive und ähnlich den Bandenspectren, wenn impedanz vermehrt.

Wenn Gasdruck zu gross, so bringt man überhaupt keine contin. Entlad. zu Stande.

Was ist der Grund dieser Verschiedenheiten



Scheinb. Widerstand gegen Glimmstrom sehr gross; Stromstärke ca 0·001 Amp.

während Potential Differenzen:

H		N	
7 mm	2600	4 mm	2600 V
4	1900	1·7	1600
2	1340	0·7	1140
1	1100	0·3	980
0·5	1220	0·13	1700
0·13	sehr gross	0·06	2800

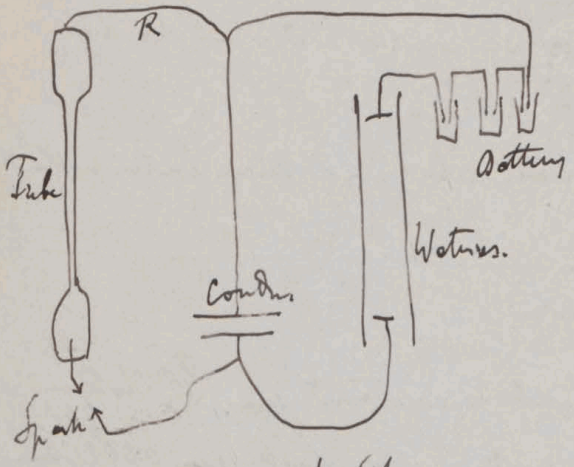
Also gewisses Minimum für gewissen Druck, ebenso wie schon Hittorf u.a. das merkte dann aber in der Nähe der Elektrode, bes. Kat.

Nach Hittorf nimmt in einem mittleren Stücke die Pot. dift immer noch ab mit Druck, nur steigt sie sich sehr in der Nähe der Kathode.

Es schien nun sehr merkwürdig dass solche enorme Widerstände die Oszillationen nicht vollständig dämpfen ($R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ Grenzwert für period. während Einschaltung von einigen wenigen Ohms — dies schon bemerkte.

Daher Messung des Widerstandes nach neuer Methode:

4 Das Licht des Funkens selbst zu schwach um photogr. zu werden, aber hinzugefügte Funkenstrecke w. Cd oder Zn Spitzen (1·3 mm apart)



Anstatt I bekannte Widerstand eingeführt (Manganin drähte) und dabei die Funken photogr. Anzahl der Schwingg = Mass für den Widerstand

Anzahl von ½ Schwingungen

Res.	Cap. = 6000	18000
0		32
1		21
2	10·0	13
4	9·5	7
7	6·5	4
10	5·0	3
20	2·0	1·7
30	1·0	1

Wasserstoff - Röhre

p	6000	18000
10·0	50	15
5	30	15
2	20	10
1·25	15	7
0·31	7	5
0·15	10	5
0·05	11	–

ähnlich mit N und A

Also Folgerungen:

I. Widerstand für Oscill. Entl. wesentlich geringer als für continuierl.

II. desto größer je kleiner die Stromstärke

III. abnehmend mit Druck bis zu geringen Gasdrucken

IV. Form der Röhre von großem Einfluss

V. Natur der Electroden viel weniger Einfluss als bei continuierl. Strom

Conclusions:

I. Resist. to oscill. disch. ~~[illegible]~~ only very small

II greater the less the quantity of electricity

III decreases with ~~[illegible]~~ pressures down to very small pressure

IV form of tube ~~important~~ influence

V electrodes for less effect than with continuous disch.

Current strength in the two cases enormously different

f. ex. ten sparks per second; they last about 10^{-6} sec.

therefore current strength at least 10^{6} times ~~as~~ as great as of continuous disch. = 100 amp.

In reality several times blue spectrum of H_2 observed with about total current strength, but tubes don't ~~last~~ stand it.

Probable cause = great heat, which dissociates the gas for. EMF = 10,000

$r = 10 \therefore i = 1000$

$= \frac{1000 \cdot 10000}{746}$ horse power if maintained for a second

Difference in the two kinds of spectra observed in Hg too, therefore ~~not~~ structure of atoms complex

The same method applied to electrolytes, if their resist. < 20 Ω.

20 Ω. 2 for dirty copper plates in $CuSO_4$ 40.

with Kohlrausch method very poor minim at 10 Ohms

but when cleaned and plated with Cu, excellent minim at 40.

The same for platinum electrodes, when Kohlr. only with plated surfaces applicable.

Therefore conductivity of electrolytes not changed by great current strength.

20000 V not sufficient to start Röntgen rays

tube when heated gave pale white light, electric glowing but no R R.

In contrary with Planté machine up from 100.000 V

about 5 Ohms

Resistance of spark gaps in air the same if 1" or 6"

but on increasing the EMF the R decreased

[By drawing quickly apart the terminals of the large battery, a discharge can be produced of 3' in length]

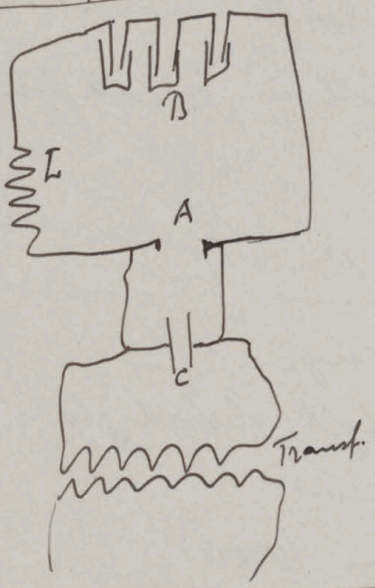
not increased when air compressed to 4 atmo

no difference produced by material of electrodes, nor by their form

no difference by magnetic field

under high electrical stress the media breaks down and becomes a conductor (?)

sparks may be produced until 3' long by drawing apart superimposed oscillations and flaming discharge with 2 gaps 5–6 cm. observed when flame blown out.



Resistance of ~~xx~~ arc between coils
Additional spark in C measures
resistance in circuit A C
resistance of A found to be about 0.80 Ohm

Kelvin : 1860 : much less rapid variation of E with distance at great than at small distances, probably constant for large distances.

Now : 1200000 V .. 48" = 120 cm nearly prop. to Voltage
(Elihu Thomson obtained 50–60" by transformers and ~~tab~~
estimated V = 500.000
Hydroelec 100.000)

With this apparatus by $\frac{1}{3}$ HP effects will be produced, which require ~~HP~~ 30–40 HP when transformers are used.

~~If~~ the wires leading to the spark gap emit brush discharges 12" long
Crookes Tube, which could not be passed by sparks 8" long an..

extreme length of spark 3,000,000 $6'\frac{1}{2} = 2m$
whereas 10' should be attained if regular

cause: ~~the~~ burst discharges through the air to the walls and floor of the room. Slight gain when raised by 3' above the floor

The spark preferred to leap through 3 or 4" of air than passing through 1000 Ohms of $CuSO_4$

Probably with still higher voltage the resistance would be of the order of metals.

The same with Crookes tubes

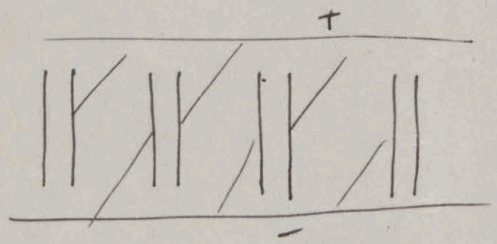
Strong electrostatic field; long sparks to be drawn from neighbouring metallic masses, sparks several m long from the brick walls of the room

Freyberg W. Ann 38 p. 231 (1889)

	r=0·50	r=6·0
0·1	5050	4530
0·2	8600	7900
0·3	11100	10500
0·4	13500	12800
0·5	15100	16400
0·6	16600	19200
0·8	18400	26000
1·0	19500	31600
1·2	21400	35000
1·4	22500	41400
5·0	30700	

~~Hydrüller~~

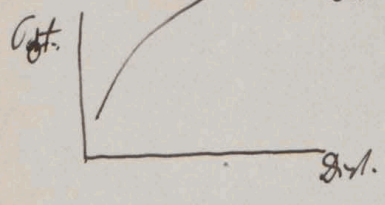
Oberbeck p. 109 (1887) 60.000 can produce more than 10 cm



$1' = 0{\cdot}3045$

$1'' = 0{\cdot}02538$

Kelvin 1860: $E = \frac{\text{Pot.}}{\text{Dist.}}$ verwirft viel weniger weit bis größtes Distanz



1,200.000 V geben 48" = 120 cm Funken nahezu prop. der Spg

(Schon Elihu Thomson hatte 50-60" mittelst Transformator erhalten, er schätzte V = 500.000, Hydweiller meinte, dass dies zu groß sei = 100.000)

3,000000 V = $6\frac{1}{2}$' = 2m während 10' erreicht wurde sollten nur prop.

Grund: Nebenschluss durch die Büschel Entladung

Etwas mehr wenn 3' erhoben über Boden.

Gang bleibt durch 3-4" Luft als 1000 ohms $CuSO_4$

Für höheren Potential wahrscheinlich von der Ordnung der Metalle.

Dies erscheint nicht gar so überraschend: Wittorf Sammler Röhre continuirl.

Strom: Stickstoff 0·6 mm

500 Elemente; Pot. diff. 133 ; $i = 244$ 10^{-6} Amp

1000 173 $i = 11.190$ "

(Vortrag)

Physikalisches Conversatorium

97/98

	Atomg.	Dichte	Sdp.	krit. Temp.	kr. Druck	Schmelzp.	η	$\frac{n^2-1}{n^2+1}$	Flüss. Dichte
H_2	1·008	1	238 ± Dw. 243 O_2	−223 −234	ca 15		0·458	0·4733	0·07
He	4·28	2·1					0·96	0·146	?
N_2	14·04	14	−194	−146	35	−214	0·873	1·0163	0·885
O_2	16	16	−182	−119	50		1·00	0·9243	1·124
Ne	19·2	9·5					?	?	?
A	39·88	20	−187·0	−121·0	50·6	189·6	1·21	0·9596	1·5
Mit A	39·75	20					?		
Kr	45 ?	22·5					?		
Xe	?	?					?		
Fl_2	19·1	19·1	−187	?	?	<210		?	1·14
Cl_2	35·45	34·55	−33·6	+146°	93·5	−102	0·693	2·623	1·33
CO_2			−80	+31	74	−65	O=1 0·735	Luft=1 1·526	0·995 (−100)
CH_4			−164	−82	55	−185·4	0·562	2·302	0·415

$c = \sqrt{\frac{3p}{\rho}}$ $\quad p = \rho\frac{c^2}{3}$ $\quad \mu = \rho c \lambda$

$c = \sqrt{\frac{3p}{\rho}}$ $\quad \lambda = \frac{\mu}{\rho c} = \frac{\mu}{\rho}\sqrt{\frac{\rho}{3p}} = \frac{\mu}{\sqrt{3p\rho}}$

Absorptionscoeff. in H_2O:		$\lambda = 10^{-5}$
H_2	0·0193	1·85
He	0·0072	2·66
N_2	0·0145	0·986
O_2	0·0299	1·059
Luft	0·0179	1·0
A	0·04	1·10
Cl_2	2·3	0·474
CO_2	1·002	0·680
CH_4	0·0391	

Tomer 91 (4.855)

M_2O	MO	M_2O_3	MO_2	M_2O_5	MO_3	M_2O_7	MO_4
H 1.008			MH_4	MH_3	MH_2	MH	
Li 7	Be 9	B 11	C 12	N 14	O 16	Fl 19	
Na 23	Mg 24.4	Al 27.1	Si 28.4	P 31.0	S 32.1	Cl 35.4	
K 39 Cu 63.6	Ca 40 Zn 65.4	Sc 44 Ga 70.1	Ti 48 Ge 72.5	V 51 As 75	Cr 52 Se 79	Mn 55 Br 80	Fe 56 Ni 59 Co 59
Rb 85	Sr 88						

Reihenfolge der Flüchtigkeit: He, H, N, A, O, Kr | Ne, Metagas, X.

Faraday 2 Methoden (1823) Umgebungen Rohr
(1849) Compression & Abkühlung durch CO_2

CO_2 in Äther / Cryst. Abkühlung −78°
im Vacuum −130°

Cailletet ~~& Pictet~~ (1879) Flüssig. Ausdehnung
Pictet (1879) Abkühlg. auf −130° und pl. Ausdehnung

Daher Nebel von O, N, CO, H
im letzteren Fall O flüssige Tropfen

Wroblewski & Olszewski verwendeten Äthylen

Äthylen { krit. T.
Siedep. −102·4
~~[illegible]~~ 10mm −152°

erhielt O, N, CO flüssig

O { kr. ~~[illegible]~~ −118°
S. −181°
20mm −200·4°

CO { kr. −141°
S. −190°
E. (100mm) −199°
40mm −201·6°

N { kr. −146·4°
S. −193°
E. 70mm −203°
42 mm −206° 4mm −225°

~~[illegible]~~ −181°
Versuche H: (1884) Aufhalten
Wroblewski flüssig. Expansion: Nebel
(1885)
Bestimmung der Isotherm
krit. Temp. −240°

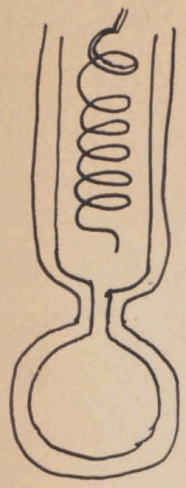
Olszewski (1895) mittelst flüssig. N auf −213°

langsame Druckermässigung
bei 20 Atm. Aufbrausen und Aufwallen

kr. T. −234°
Sied. −243°

Argon kr. −121°
S. −187°
E.

Dewar 10/V 98



H: −205°

theor. Dichte −015 (aus Amagat's 1)

N < 7 8

farblos, durchsichtig

12/V : 50 ccm

O wird fest, ebenso Luft

He flüssig

Vortrag im Exner's Conversatorium

Juni 1898

Cavendish hatte schon bemerkt, dass bei Entfernung von O, N aus Luft, noch Rückstand bl.

Sept. 1894: Rayleigh & Ramsay, bemerkt. verschieden spec. G. von N $\begin{cases} 0{\cdot}001251\,0 \text{ (rein)} \\ 0{\cdot}001257\,2 \text{ (atm)} \end{cases}$

Angriffsfähigkeit des Cavendishrückstandes

O wird entfernt aus Luft mittelst P_3 oder alkalischer Pyrogallussäure 60

oder durch glühendes Cu

bei Prof. Exner 17/XI 98

N durch Absorption mittelst Al [$= Al_3N$] oder rothglühende Mg [Mg_3N_2]

oder auch nach Cavendish durch electr. Entladung mit O

bleibt 0·937 Volum % (= 1·186 Volum % von N) von Argon übrig

Eigenthüml. Spectrum

Dichte = 19·94 (O=16) $\frac{c_p}{c_v} = 1{\cdot}666$ also Atomgew. = 39·88

Vergebl. Versuche, Chemische Verbindungen, nur Darstellt. v. C_6H_6

eine harzartige M.

1895: Ramsay: Cleveitgas (Runge & Paschen) Helium = D_3 (Sonnen Corona)
mit H_2SO_4

ebenso Uranpechblende

Broggerit	1 cm³
Samarskit	0·6 "
Fergusonit	1·1 "

7·2 cm³ auf 1 gr

Von letzterem Gas: 54·7 % H_2
13·9 CO_2
31·2 He

Dichte 2·12 – 2·18
⌀ 2·14, [daher Atomgew. = 4·28

Durch Diffusion verschiedene Dichtigkeit, beruht nur auf A

6 Linien im Spectrum

Von Argon trennbar durch Wasser Absorption $\frac{c_p}{c_v} = 1{\cdot}66$

Darstellt Verbindungen mit CS_2 Eigenth. Spectrum, 28 S 20

C_6H_6 Kothartige Masse; D E f, 40

Ramsay fasste diese als Glieder einer besonderen Gruppe auf und suchte nun nach den übrigen (eines mit $l = 20$, $\sim 8\,V\,80$)

19/VII 1897 Brit. Ass. Toronto soweit ohne Erfolg gesucht. (unentdecktes Gas)

1898 Ramsay, Travers, Aston — Physikalische Methode

750 cm³ flüssige Luft von Dr. Hampson langsam verdampft mit Ausnahme der letzten 10 cm³; daraus O und N entfernt, blieben 262 cm³ eines Gases, welches ~~Ar~~ A Spectrum zeigte außerdem aber noch ein anderes = Kr

Dichte = 22.5 ~~..~~ $(O_2 = 16)$ $\frac{C_p}{C_v} = 1.666$, weniger flüchtig als O, N, A

Duttelot bemerkt, dass die grüne Linie übereinstimmt mit Nordlicht und schlägt Xenon vor

---

Dieselben: 18 Liter A hergestellt; ~~wo~~ bei Verflüssigung schied sich ein fester weißer Körper ab; nachdem A verflüchtigt war, blieben 2 Fractionen à 75 cm³ davon übrig als Gas.

Erstere Fraction eigenthüml. Spectrum = Neon, besonders auffallend orange Färbung

Na	D_1	5895.0	$\frac{C_p}{C_v} = 1.66$, vorläufig Dichte = 14.66 aber wahrscheinlich noch unrein
	D_2	5889.0	
He	D_3	5875.9	
Kr	D_4	5866.5	wird von Alum. Electr. absorbirt [im Gegensatz A, He, Ne]
Ne	D_5	5849.6	

Zweite Fraction, sehr complicirtes Spectrum [...]

Metargon, Dichte = 19.87, $\frac{C_p}{C_v} = 1.66$

Ist noch fest bei Siedetemp., während Kr ~~Ne~~ schon verflüchtigt, daher leicht rein zu erhalten

---

Brit. Assoc. in Bristol: Neon gereinigt Dichte = 19.2 [1:20000]; [...] He [...]

Xenon [...]; Spectr. von A [...]

Discussions Referat in d. Philosophischen Gesellschaft ? 1898 ?

Ist die ~~Forderung~~ Voraussetzung der Einfachheit der letzten Naturgesetze logisch berechtigt?

1

61

Meine Herren!

Zur Erklärung des Gegenstandes unserer heutigen Discussion habe ich eigentlich nicht viel zu sagen; wenn es sich uns handelt, ist ~~noch~~ durch den Wortlaut des Themas ~~ziemlich~~ klar ausgedrückt: „Ist die Voraussetzung der Einfachheit der letzten Naturgesetze logisch berechtigt?"

Es ~~ist~~ wird ja der Satz, dass die letzten Naturgesetze, also die Gesetze, welche ~~den~~ allen Vorgängen der organischen und anorganischen Natur zu Grunde liegen, einfacher Art sein müssten, gewissen ~~zu~~ als ein~~e~~ unumstößliches Dogma ~~gewissen~~ betrachtet.

Wir sind schon als Kinder gewöhnt worden, daran zu glauben, fast in jedem philosophischen Werke, welches diese Dinge berührt, ~~w~~ lesen wir diese ~~Ansicht~~ Satz, und ich glaube nicht, dass von einem Philosophen jemals die gegentheilige Ansicht geäussert worden ist; insbesondere sind es aber auch die sogenannten

populär-naturwissenschaftlichen Bücher, ~~die~~ welche für diese Ansicht ~~immer hervorgehoben wird~~ eintreten.

Wir selber sind so sehr daran gewöhnt, dass es uns im ersten Moment geradezu als ein Paradoxon vorkommt, wenn ~~man~~ jemand behauptet, die Naturgesetze brauchten nicht einfach zu sein.

Trotzdem müssen wir daran gehen, vorurtheilsfrei die Gründe pro und contra zu erwägen.

Die meisten Anhänger jenes Satzes sind wohl solche, welche ~~irgend~~ an irgend ein philosophisch-metaphysisches System glauben, an irgend eine Art von prästabilirter Harmonie oder an eine ursprüngliche höchst weise und zweckmässige Einrichtung u. dergl., ~~welche~~ und welche dann folgerichtig auch an die Einfachheit der Naturgesetze glauben. ~~Dazu zählen auch jene welche bei~~ Solche pflegen auch häufig ihre Ansicht als a priori evident hinzustellen.

Um sie zu widerlegen, müsste man natürlich ihr metaphysisches System widerlegen, welches sie immer als Argument ins Treffen führen werden, und darauf könnte wir uns hier jedenfalls jetzt nicht einlassen.

Es bleiben aber jene Anhänger der Einfachheit der Naturgesetze übrig, welche diesen Satz als empirisch bewiesen hinstellen, indem sie sich auf die Einfachheit gewisser physikalischen Gesetze hinweisen,

und ~~auf~~ diese Argumentation ~~können~~ wollen wir hier näher untersuchen.

Es ist nun keineswegs meine Aufgabe, einen abgeschlossenen Vortrag über diesen Gegenstand zu halten, sondern ich habe blos das Thema zu erläutern und die Anregung zu der Discussion darüber ~~anzuregen~~ zu geben. Ich glaube nun, ~~[illegible]~~ es wird diesbezüglich am besten sein, wenn ich ~~von vornherein~~ gar nicht versuche, als unparteischer Richter aufzutreten, sondern von vornherein die Rolle eines Advocaten für die eine Partei ergreife; nämlich für die Partei der Zweifler, nachdem ich wohl voraussetzen kann, dass die meisten Anwesenden der ~~Partei~~ Gegenpartei angehören werden.

Dies thue ich umsolicher, als ich thatsächlich der Meinung bin ~~glaube~~, dass man viel zu voreilig ~~aus der Einfachheit und Kritiklos der Naturgesetze zu glauben pflegt~~ jenen Satz ~~für wahr zu halten~~ annehmen pflegt, und da ich glaube, dass ~~durch~~ solche Vorurtheile für die Physik und Philosophie leicht nachtheilig werden können.

Ich will natürlich nicht behaupten, dass die letzten Naturgesetze wenn das der Fall wäre, das die kürzeste Erzählung ausmachen würde complicirter Natur sein müssen, sondern nur, dass man nicht hinreichenden Grund hat, sie nothwendig für einfach zu halten.

Es wäre nun eigentlich wünschenswert, wenn wir zuerst definiren ~~Begriffe~~ würden, was wir unter letzten Naturgesetzen, und was wir unter Einfachheit derselben verstehen, damit wir nicht in bloße Wortstreitigkeiten verfallen. ~~Als Naturgesetze wollen wir~~

Eine Definition des Begriffes Naturgesetze würde sich wohl kaum ohne längere erkenntnistheoretische Auseinandersetzung (welche ich gerne vermeiden würde) geben lassen; wenn es sich im Laufe der Discussion als nöthig herausstellen sollte, können wir ja darauf zurückkommen; einstweilen dürfte es genügen wenn wir darunter die physikalisch Grundgesetze (physikalisch im weiteren Sinn) verstehen, also z.B. ~~etwas wie das~~ nach Art des Newtonschen Gravitationsgesetzes.

Es ist nun wohl selbstverständlich, dass ein jedes Naturgesetz in einem gewissen Sinne einfach genannt werden kann, insofern nämlich, als das Gesetz eine Menge verschiedener Fälle in eine einzige Formel zusammenfasst; ~~durch~~ diese Art von Einfachheit wird wohl nicht bestritten werden können, sie ist aber auch in jenem Ausspruche nicht gemeint, sonst wäre er ja ein Tautologismus. Die Einfachheit muss sich vielmehr auf die mathematische Form des Gesetzes selbst beziehen; wenn also das Gesetz durch eine besonders einfache Formel gegeben ist, z.B. wenn nur ganze Zahlen, 1, 2, 3 vorkommen, so werden wir es

einfach nennen wd. Gravitationsgesetz $\frac{m}{r^2}$

Ein Gesetz $\frac{1}{r^{2.001}}$ oder $\frac{1}{r^2} + \frac{1.3}{r^4}$ würden wir nicht einfach nennen

Es werden nun nicht viele Leute behaupten wollen, dass die Gesetze der heutigen Physik so besonders einfach wären, aber man sagt ja, dass die Physik immer weiter fortschreiten werde und dass die Gesetze immer mehr vereinfacht würden.

Ich kann mich nun nicht auf einen Propheten hinausspielen und erzählen, wie die Physik einstens aussehen wird, aber ich möchte doch darauf hinweisen, auf dem rein induktiven Wege dass es in der neuesten Zeit gar nicht den Anschein hat, als ob die physikalischen Gesetze einfacher würden, im Gegentheil, sie werden immer complicirter.

Das Newton'sche Gravitationsgesetz kann wohl als Typus eines Naturgesetzes von universeller Bedeutung gelten, und es gilt auch meistens als ein Hauptargument für die Einfachheit. Warum ~~wd~~ würde denn sonst gerade der Zweier im Exponenten stehen, warum nicht 2.001? Es scheint dies doch für die Einfachheit zu sprechen.

Nun haben sich aber in den letzten Jahrzehnten die Ansichten über dieses Gesetz gewaltig geändert; ~~man~~ die Physiker sehen es nur als eine – allerdings innerhalb sehr grosser Grenzen mit grosser

Genauigkeit giltige Annäherungsformeln. Es ist wohl jetzt meist die Ansicht verbreitet, dass die Gravitationskraft eine gewisse Zeit braucht, um sich im Raume fortzupflanzen, ebenso wie die electrische und magnetischen Kräfte; wenn sie aber nicht momentan wirkt, so wird auch das Newton'sche Gesetz für bewegte Körper nicht mehr streng giltig sein. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit müsste zwar nach neueren Berechnungen vielleicht noch ~~wahrscheinlich~~ größer angenommen werden als die Lichtgeschwindigkeit, ~~doch~~ aber dies ist ja kein Hindernis.

Doch diese Überlegungen entbehren noch zu sehr einer experimentellen Grundlage, dagegen ist es wohl unzweifelhaft, dass das Newton'sche Gesetz für äußerst kleine Entfernungen, von der Größenordnung der molecularen Distanzen nicht giltig ist. Man pflegt die noch vielfach Kraft, die dann wirkt als „Molecularkraft" dem Newton'schen Gesetze an die Seite zu stellen, doch dies ist offenbar nichts anderes, als eine Umschreibung der Thatsache, dass die Molecüle nur für relativ große Entfernungen eine Kraft ausüben, welche prop. $\frac{1}{r^2}$ ist, dass dagegen für kleine Entfernungen (andere Glieder des . — —) das Wirkungsgesetz ganz anders ist. Als die kinetische Gastheorie in ihren Anfängen war, glaubte man, dass es genügen würde andere Glieder von der Form $\frac{A}{r^5}$

hinzuzufügen. Das hat sich als unzureichend herausgestellt; will man manche Erscheinungen der Wärmeleitung, die Dissociation, die Krystallstructur, die Electricitätsgesetze u.s.w. erklären, so muss man annehmen, dass die Molecüle verschiedenen nach verschiedenen Richtungen des Raumes verschiedene ~~Wirkt~~ Kraft ausüben.

Wir in folgender Art

Wir sind noch nicht weit genug, um diese Kraftvertheilung wirklich zu bestimmen, aber dass man derartige Annahmen machen müsse, ist gewiss. Wo ist denn die Allgemeingültigkeit des schönen Gesetzes $\frac{1}{r^2}$ hingerathen?

Ein anderes Beispiel, welches noch lehrreicher ist, bietet die Electricitätslehre. Diese wurde begründet auf dem Coulombschen Gesetz, wonach zwei Electricitäts Partikel sich anziehen resp. abstoßen wie $\frac{1}{r^2}$, dasselbe Gesetz sollte für zwei magnetische Partikeln gelten, sowie ein ganz analoges, ~~Ähn~~ nach Biot und Savart, für die Kraft zwischen den Elementen eines Stromleiters und einem Magneten. Da hätten wir gleich 3 Gesetze von derselben merkwürdigen Einfachheit

wie das Newton'sche. Und was ist nun aus diesen Gesetzen geworden? Beim Fortschritt der Wissenschaft ~~ung~~ erwiesen sie sich sämmtlich als ungenügend; sie gelten jedenfalls sehr genau für ruhende Körper, für stationäre Ströme etc., aber nicht mehr, wenn sehr rasche Veränderungen in der Lage etc. vor sich gehen.

Nun ist an Stelle dieser ~~Gleichung~~ Gesetze das Maxwell'sche Gleichungssystem getreten. Ich glaube jemand, der zum ersten Male diese Dinge studirt, würde lebhaft dagegen protestiren, dass die Maxwell'schen Gesetze einfach genannt werden, und es unterliegt keinem Zweifel, dass man ~~wird~~ sie noch complicirter wird gestalten müssen, ~~indem man weitere Zusatzglieder hinzufügt~~ wenn man manche Erscheinungen wie remanenten Magnetismus, Veränderlichkeit der Permeabilität etc. berücksichtigen will.

Trotzdem bilden die Maxwell'schen Gleichungen einen kolossalen Fortschritt, aber nicht weil sie einfacher und nicht weil sie complicirter sind als das Coulomb'sche Gesetz u.s.w. sondern weil sie Erscheinungen umfassen, welche außerhalb jener Gesetze fallen.

~~und auf diese Argumentation wollen wir hier näher eingehen.~~

Es setzt sich die physikalische Forschung eben aus zwei, gewissermaßen entgegengesetzten Thätigkeiten zusammen; einer ist die vereinfachende, die zufolge verschiedene Erklärungssysteme aufgestellt werden und, sobald ein gewisses sich als einfachstes erweist, die übrigen als unpractisch aufgegeben werden; ~~dann~~ dem wirkt aber eine andere Thätigkeit entgegen, es werden nämlich immer neue Phänomene entdeckt, Abweichungen von den alten Gesetzen werden gefunden, welche eine fortwährende Abänderung und Complication der Grundgesetze erforderlich machen, wenn man will, dass diese auch jene Erscheinungen umfassen.

Das letzte Beispiel ist aber auch aus einem anderen Grunde sehr lehrreich, weil es zeigt, wie ~~eine~~ jene scheinbare Einfachheit oder Regelmäßigkeit in die Formeln hineinkommen kann.

Die Maxwell'schen Gleichungen enthalten nirgends jenen ominösen Zweier (im Exponenten). Dieser Zweier kommt nur in die daraus abgeleiteten Gesetze, wie das Coulomb'sche etc. hinein, und zwar nur in Folge gewisser ganz allgemein giltiger geometrischer Sätze.

Diese Sätze ~~bestehen~~ ~~sind~~ waren bloß vielleicht schon früher bekannt sind aber wohl erst durch die Quaternionen Rechnung, namentlich von Heaviside, ins richtige Licht gestellt worden. Sie beruhen darauf, dass eine ganz ~~beliebig~~ im Raume vertheilte Function

als die Abgeleitete
immer aus der Summe zweier Potentiale, eines Vector und eines Scalar Potentials dargestellt werden kann, und ~~im Ausdrucke für das Potential~~ es kommt dann im Ausdrucke für diese Abgeleitete zufolge rein mathematischer oder geometrischer Überlegungen, der Exponent 2 in den Nenner als $\frac{1}{r^2}$. Ich kann mich auf diese etwas complicirten mathematischen Auseinandersetzungen nicht näher einlassen; ~~möchte nur bemerken, dass man~~ wenn man aber näher darauf eingeht, sieht man, dass der letzte Grund für diesen Zweier, also für die schönere Einfachheit des Coulomb'schen Gesetzes darin liegt, dass der Raum gerade nur 3 Dimensionen hat und eine Fläche gerade nur 2 Dimensionen, nicht aber 2·1 Dimensionen etc. ~~Dann wird also im grossen~~ Wenn man also ganz beliebig complicirte Raum-Functionen hat, wird man immer im Stande sein, in grossen daraus abgeleiteten mathematischen Ausdrücken merkwürdige Einfachheit und Zahlensymmetrie nachzuweisen.

So könnte man sich beinahe versucht fühlen zu sagen: Gerade die letzten Naturgesetze sind irgend welcher, vielleicht recht complicirter Art, und ~~dann~~ ~~die~~ nur gewisse daraus abgeleitete Gesetze werden merkwürdige Einfachheit zeigen, zufolge ganz allgemein geometrischer Grundsätze. ~~Ich danke~~

Ich bin weit entfernt davon diesen Satz als ~~richtig~~ dieser Hörer beizupflichten und meine persönliche Stimmung hinzustellen, ~~meine persönliche Meinung ist~~ ich glaube, dass man damit etwas weit über die Thatsachen, die wir wissen, hinausgehen würde, ~~ein~~ als es die Anhänger der unbedingten Festheit der Naturgesetze thun; ~~wüchte aber~~ da ich aber nun schon einmal in der Rolle eines Zweiflers auftrete, so will ich noch einige Beispiele dafür anführen, und zeigen, dass auf einer ~~hohen~~ grossen Entwicklungsstufe der Physik höchst einfache und auch sehr annähernd richtige Gesetze aufgestellt werden, die sich beim weiteren Fortschritte als unzureichend erwiesen, und auf complicirtere Gesetze zurückgeführt werden; ~~und dass wir~~ auch diese Beispiele ~~werden~~ scheinen weiters zu zeigen dass eine ~~Regelmässigkeiten~~ scheinbare Einfachheit nur ~~durch~~ infolge rein geometrischer Verhältnisse hineinkommt.

So z.B. das Gesetz, dass Lichtstärke im verkehrten Quadrat der Entfernung von der Lichtquelle abnimmt; da kommt wieder das grosse $\frac{1}{r^2}$ vor; ~~auf einer~~ man könnte es vielleicht als ein einfaches Naturgesetz auffassen, aber da liegt es ja auf der Hand, dass die Einfachheit nur darin liegt, dass dieselbe Strahlenmenge sich auf eine Fläche ausbreitet, die im Verhältniss r^2 wächst, wenn ihre Distanz zunimmt wie r. ~~Also~~ ~~Die~~ Mit Hilfe der Art von Optik wo man das Licht als aus Lichtstrahlen bestehend auffasst, also der

sogenannten geometrischen Optik kommt man recht weit, aber sie ~~genügt nicht zur Erklärung~~ umfasst nicht mehr die Beugungs und Interferenz Erscheinungen, da kommt dann schon die complicirtere Wellen Theorie der Optik und diese ist endlich heutzutage auf die schon erwähnten, gar nicht einfachen Maxwell'schen Electricitätsgleichungen zurückgeführt. 72

Ein anderes Beispiel sind die schwingenden Saiten und überhaupt die Akustik. Sind das nicht merkwürdig einfache Erscheinungen, dass die Schwingungszahlen der Saiten sich gerade verhalten wie die ganzen Zahlen 1, 2, 3, 4, ---? Da sind doch gerade die abgeleiteten Erscheinungen, das Einfache, nicht das zu Grunde liegende Gesetz. Man könnte nun sagen: Die Einfachheit liegt ja eben in dem Factor 1 des Hooke'schen Elasticitätsgesetzes: Ut tensio sic vis. Kraft = $1 \times$ (Deformation)$^1 \times$ const. Dem gegenüber ist aber zu entwerfen, dass das Gesetz, soweit es richtig ist, nämlich für unendlich kleine Deformationen, selbstverständlich ist; das beruht eben darauf, dass eine jede Function, in der unmittelbaren Umgebung eines Punktes (abgesehen von singulären Punkten) sich verhält wie eine lineare Function. Für grössere Deformationen gilt aber das Hooke'sche Gesetz gar nicht, die Verhältnisse sind dann so complicirt, dass man sie bis heute noch nicht hat mathematisch

formuliren können. Man würde ja in der That ganz dieselben merkwürdig einfachen Zahlenverhältnisse bekommen, ganz dieselbe Akustik unter Annahme irgend eines auch ungemein complicirten Grundgesetzes der Elasticität, od. wenn man annimmt dass die Teilchen nach $\sqrt{r \sin(r^{21})} + r^{3.5} \operatorname{tg}(1-r)$ einander abstossen, wenn sie auf eine Gerade aufgefädelt sind. etc.

Ich glaube nun, dass ich in der Rolle eines Skeptikers für jetzt genug gethan habe, und dass da hinreichendes Material vorhanden ist, welches den Glauben an die Einfachheit der letzten Naturgesetze erschüttern soll. Argumente, die dafür sprechen, habe ich nicht ~~[illegible]~~ angeführt, es werden ~~dann~~ hierüber ~~[illegible]~~ im Laufe der Discussion wohl bald zur Sprache kommen.
genügend besprochen werden.

[illegible]

Nicht Vortrag [illegible] --
[illegible]
[illegible] als Advocat für ein Partei

Newton 1 [illegible]

Electr. 1

[illegible]

Wykład w bibliotece polskiej
Zima 1897/98 (?) dla 98/99

74 1

Jest to ~~[illegible]~~ pewną śmiałością ze strony mojej ~~do tego~~, abym się ~~zdecydować~~ na odczyt o przedmiocie ~~[illegible]~~ z fizyki doświadczalnej; albowiem nauki ścisłe, aż dotąd wcale nie cieszą się zbyt wielkim uznaniem w towarzystwie ~~[illegible]~~ salonie w konwersacyi między ludźmi wykształconymi ale niefachowcami.

Zdaje się to dziwnem; przecież żyjemy we wieku niebywałego aż dotąd rozwoju właśnie tych nauk ścisłych, ~~[illegible]~~ i niebywałego ~~wydoskonalenia~~ postępu techniki, na nich zbudowanej; żyjemy we wieku pary i elektryczności, używamy kolei żelaznych, elektrycznych, używamy telegrafów, telefonów, światła elektrycznego; ale przecież jest faktem że ogół publiczności i nawet ~~[illegible]~~ ludzie ~~[illegible]~~ wykształceni mało interesują się temi przedmiotami i prawie nie mają wyobrażenia o postępach dokonanych na ~~tym~~ tem polu.

W ~~[illegible]~~ salonach słyszymy rozmowy o muzyce, o sztukach pięknych, o literaturze, nawet o filozofii; ~~każdy kto nie pretensyę być uważany jako wykształcony musi~~

3

Czy Pani czytała powieść najnowszą Sienkiewicza? Naturalnie. A co Pan sądzisz o ~~Ibsena~~ ~~Baumeister Solness~~ Secessyonistach?

Jakby spoglądano na Pana, którego, gdyby uczynił pytanie, że ~~któryby się spytał~~: Czy Pani wierzy w ~~hypotezę~~ przypuszczenie najnowsze Thomsona co do promieni katodalnych? Albo gdyby ów Pan zaczął dysputować o ~~do~~ ~~kwestyi~~ dobrych i ujemnych stron lampki elektrycznej Nernsta wobec lampki Edisona! Ta to mudziarz, ta niemożliwy człowiek w towarzystwie!

Dlaczego fizyka, lub w ogóle nauki ścisłe są tak upośledzone w towarzystwie że zostają nabytkiem prawie wyłącznym uczonych lub techników fachowych? Nie można się skarżyć żeby ~~brakowało~~ był brak książek napisanych w sposób dostępny lub też czasopism popularno-naukowych; egzystują też wcale dobre polskie czasopisma tego rodzaju jak n. p. Wszechświat — ale nikt ich nie czyta. Częściowo może przyczynia się do tego pewien konserwatyzm który zawsze jeszcze utrzymuje że te nauki nie ~~służą~~ są potrzebne do wykształcenia ogólnego, ale zdaje ~~mi~~ się że główna przyczyna jest ta że nauk doświadczalnych jak fizyki nie można się uczyć wyłącznie z książek, teoretycznie; ~~tylko~~ do ich zrozumienia

są niezbędne doświadczenia ~~na~~ naoczne, namacalne z tąd — a ~~z tąd~~ ~~z tąd~~ wielka powstaje trudność.

Zostanie stwartym tu w Wiedniu ~~Zostanie tu~~, tego roku jeszcze, instytut pod nazwą Urania na wzór berlińskiej Urania, w którym za zapłatą kilku dziesięciu kellerów każdemu będzie wolno robić doświadczenia fizyczne i chemiczne aparatami tam wystawionemi według opisów i instrukcyi tamże ogłoszonych. O znakomitej działalności takiego instytutu, wzbudzającym interes i zamiłowanie do nauk ścisłych, można się przekonać oglądając berlińską Urania, i gdyby tu już egzystował taki instytut to bym nic lepszego nie mógł zrobić jak zaprosić tam Szanowne Panie i Panów ~~do towarzystwa~~ na zabawę umiejętnicą, ale ponieważ nie jesteśmy jeszcze w tem położeniu, więc muszę się ~~tego jeszcze nie ma~~ ~~tego~~ zadowolnić tem, aby sam mojemi aparatami primitywnemi, któremi się zabawiałem za ~~moich~~ czasów gimnazyalnych pokazywać ~~doświadczenia~~ które można niemi dokonać. Jest to dosyć trudną, bo jak wspomniałem, ~~aparata~~ aparata te są pod wielu względami niewystarczające, ale może mi się przecież uda przekonać niektóre z ~~Pań~~ Szanownych Pań, że fizyka nie jest ~~przecież~~ zwiększ tak bardzo sucha, ani tak trudna do zrozumienia jak jest uważaną; będę doprawdy zadowolonym i

uszczęśliwionym jeśli zdołam osiągnąć przynajmniej ten rezultat.

Jako przedmiot obrałem zjawiska elektryczno-optyczne, t. j. takie ~~przy~~ których za pomocą elektryczności ~~w jakiś będź sposób~~ okazują, w jaki sposób ~~powstają~~ powstają objawy światła, bo zdawało mi się że ~~ta~~ tą części fizyki może najwięcej jeszcze może wzbudzić ogólnego interesu a także dlatego bo właśnie na tem polu najwięcej zostało dokonanych nowych odkryć w ostatnich latach. Z punktu widzenia mniejszego wreszcie są one szczególnie interesujące ze względu na teoryą elektryczną światła, według której światło nie byłoby nic innego jak falowanie elektryczne, i można się spodziewać że przy bliższem ich zbadaniu uda się nareszcie stanowcze rozstrzygnięcie, czy ta teorya jest prawdziwą lub nie.

Zastanówmy się najpierwej ~~sam przed~~ w jaki sposób ~~zwykle~~ zwykle powstaje światło. ~~Sposób~~ Przypadek ~~najczęstszy~~ najzwyklejszy i najlepiej znany, w którym ~~powst~~ okazują się ~~się~~ zjawiska świetlne, jest ogrzewanie ciał, mianowicie ciał stałych. Węgle rozżarzone w piecu, blacha ~~albo~~ żelazko rozpalone do czerwoności są przykłady znane każdej kucharce. Ale tego z nich już możemy się nauczyć, że światło wytwarzane wydawane

przez ciała gorące ma barwę czerwonawą, jeżeli temperatura nie jest jeszcze bardzo wysoka (t.j. gdy wynosi 500–800°), gdy gorąco 76 staje się większe, barwa staje się żółtą a przy bardzo wysokich temperaturach białawą.

Także światło świecy, lub lampy naftowej, światło gazowe nie różni się zasadniczo od światła węgla żarzącego. W tych płomieniach światło zostaje wytworzone przez żarzące się cząsteczki węgla mikroskopicznej małości, które są ogrzane przez proces chemiczny palenia. Że doprawdy węgiel jest obecny w takim płomieniu łatwo można przekonać się trzymając kawał żelaza lub porcelany zimnej przy płomieniu, wtedy węgiel osadza się na nim jako sadza. Gaz gorący sam przez się bardzo mało wydaje światła, lepiej więc używać gorąco wytworzone przez niego aby ogrzewać ciało inne i doprowadzić je do żarzenia silnego.

Ta myśl jest urzeczywistniona w świetle Auera. Jest to zwykły płomień gazowy bardzo gorący ale mało światła wydający, na którym jest osadzona siatka ze substancji ogniotrwałych we formie pończochy. Ta zostaje rozpalona przez płomień gazowy do nadzwyczaj silnego żaru i wydaje przy tem światło bardzo

jasne, prawie całkiem białe.

We wszystkich tych wypadkach ciała wytwarzają więc światło jedynie w skutek ~~dzięki~~ wysokiej ich temperatury; ale ~~istnieją takie~~ ~~zdarzają~~ ~~takie ciała~~ znajdują się takie ciała, które są w stanie wydawać światło, ~~dźwięki~~ pod pewnemi warunkami, choć nie są ~~ktoremu jakiemu, tylko pewnym~~ lub też nazwiskiem ogólniejszym: luminescencyą. ogrzane; to zjawisko, wtedy nazywamy fosforescencyą.

Już samo nazwisko wskazuje przykład ~~najlepszy~~ najogólniej znany fosforescencyi t.j. świecenie się w ciemności fosforu, które ~~nazywamy~~ wzięła nazwę, gdy n. p. w ciemności chcemy zapalić zapałki fosforowe tak zwane siarkówki. W tym razie fosforescencya polega na ~~procesie~~ działaniu chemicznym, odbywającym się między fosforem i tlenem powietrza, tak zwanej ~~pocieraniu~~ powolnej jego oxydacyi. Podobne procesy powodują ~~też~~ wytwarzanie światło przez niektóre żyjątka jak n.p. robaczki przez świętojańskie light przez pewne zwierzątka morskie, które czasami ~~[illegible]~~ w tak wielkich ilościach pokazują się na powierzchni morza że ~~[illegible]~~ wydaje się jakby morze samo świeciło się blaskiem biało-ognistym.

Ani robaczka świętojańskiego, ani morza świecącego się nie mogę teraz tu pokazać ale pokażę przykład innego rodzaju fosforescencyi, który się częściej napotyka, t. j. świecenie się substancyi pewnych, w ciemności, jeżeli przedtem ~~jasno~~ były ~~oświetlone~~ wystawione na jasne światło.

Takież świecący się Balmaina.

Te zjawiska, o których na później mówiłem, oczywiście ~~m~~ nie są wszystkie tego samego pochodzenia, niektóre polegają na ~~wymagają jakiejś~~ ~~procesu chemicznego~~ procesie chemicznym, inne wymagają oświetlenia poprzedniego; ~~i~~ w ogóle wcale jeszcze nie są zbadane w wystarczający sposób. Tylko tą wspólną cechą różnią się od ~~[illegible]~~ świecenia się ciał żarzących, że tu światło nie powstaje za pomocą ogrzania wielkiego, że ciała ~~świecą~~ wytwarzają wydawaną światło choć ~~[illegible]~~ same są zimne.

Stosując się do tego podziału, takie ~~przy badaniu~~ zjawiska świetlne ~~[illegible]~~ spowodowane ~~[illegible]~~ przez prąd elektryczny możemy podzielić na dwie kategorye, takie gdzie światło jest spowodowane jest przez samo ogrzanie i takie które zawdzięczamy jakiejś specyficznej akcji elektryczności, które możnaby porównać ~~do~~ z fosforescencyą.

Pierwszego rodzaju zjawiska, które ogólnie są już używane przy różnych ~~[illegible]~~ sposobach oświetlenia elektrycznego polegają na tem fundamentalnym zasadniczem że prąd elektryczny ma własność ogrzewania ciał przez które przepływa.

Łatwo przekonać się o tem przez doświadczenie:

Grubszy drucik ocieplo się tak że nie można trzymać go w ręku, cienki rozżarza się, nawet topnieje.

Każdy drut ogrzewa się trochę jeżeli przez niego przepływa prąd elektryczny a tem więcej im cieńszy jest i im większy stawia opór prądowi elektrycznemu. ~~Jest to trudność przy [illegible]~~

Jest to trudność z którą muszą walczyć fabrykanci maszyn wielkich elektrodynamicznych. Jeżeli maszyny te nie są skonstruowane w sposób odpowiedni, jeżeli n.p. prąd przepływający jest za silny, tak mogą się rozgrzać że pokrycie izolujące druty składające się z wosku, kauczuku itp. może stopnieć albo nawet zapalić się. Także łatwo to może się zdarzyć jeżeli instalator, który kładł druty przewodzące prąd elektryczny dział oszczędzać i użył drutów za cienkich, lub jeżeli te zostały uszkodzone za jakiemś miejscem; już często z tej przyczyny powstały pożary.

Ale tę samą własność prądu elektrycznego używać można też w sposób ~~[illegible]~~ pożyteczny dla człowieka. Od kilkunastu lat już egzystują piece elektryczne, ~~które~~ mające służyć nie tak bardzo do ~~[illegible]~~ ogrzewania pokojów, chociaż i to łatwo dałoby się zrobić jak szczególnie do używania w kuchni. Mają one kształt pieca naftowego lub gazowego z tą tylko różnicą że ogrzewanie następuje nie zapomocą palenia nafty, gazu, lub wogóle tylko przez silny prąd elektryczny który rozgrzewa siatkę z drutów metalowych znajdujących się pod blachą. Korzyść ich polega oczywiście na tem że ~~[illegible]~~ nie potrzeba rozpalać ognia, w jeden moment można mieć stopień gorąca jakiego się życzy, można go regulować dowolnie, przy tem nie ma ani popiołu, ani sadzy, ani dymu, w ogóle komina wcale nie potrzeba! Ja jeszcze nie jadłem bifsztyka smażonego elektrycznie, ~~[illegible]~~ bo ~~[illegible]~~ u nas te piece jeszcze bardzo mało weszły w używanie, ~~gdyż tymczasem~~ albowiem ten sposób gotowania jest jeszcze za kosztowny, ale wyobrażam sobie że będzie różnie dobry lub zły jak ~~zwykły~~ bifsztyk smażony na zwykłym ogniu kuchennym, bo elektryczność sama przy tem wcale nie wchodzi w rachubę, ona służy

tylko jako środek dogrzania, możnaby powiedzieć: jako paliwo szczególnego rodzaju. A może za jakie sto lat z ~~[illegible]~~ pobłażliwym uśmiechem ludzie będą czytali o naszych czasach teraźniejszych prymitywnych, gdzie ~~[illegible]~~ palimy ~~[illegible]~~ drzewa węglami w naszych piecach, tak jak teraz spoglądamy na owe czasy ~~gdy [illegible] pochodni i łojówki [illegible] gdy [illegible] pochodni i łojówek~~ kiedy ~~[illegible] zapomocą pochodni i łojówek~~ mieliśmy jeszcze zapałek, a trzebabyło wykrzesać ogień zapomocą stali i krzemienia, aby zapalić łojówkę lub lampkę olejną. (~~[illegible]~~)

Na tym właśnie zjawisku, na ogrzewaniu przewodników prądu elektrycznego polega też nasza lampka elektryczna, teraz już ogólnie rozpowszechniona, lampka żarowa, wynalezioną przez Edisona. Widzieliśmy już przedtem że ~~drut~~ drucik, przez który przepływa prąd elektryczny, rozgrzewa się ~~tak~~ że rozpala się do czerwoności i wydaje światło; sama przez się ~~nabyć się~~ wypływa z tego myśl, żeby ~~to~~ użyć ~~do~~ tego faktu przy oświetlenia. Lecz druty metalowe, które moglibyśmy użyć ~~do tego~~ w tym celu, tę ~~[illegible]~~ przedstawiają niedogodność, że bardzo prędko psują się, albo przez utlenienie, t.j. spalenie powierzchni, albo że stopniują jeśli zanadto rozgrzane. Wtedy Edison przyszedł na myśl genialną użyć drucika węglowego węglowego

~~[illegible]~~ zamiast 2 ~~[illegible]~~. Nie byłoby naturalnie możliwem wyciąć z kawałka węgla drucika tak cienkiego jak tego potrzeba; więc postąpił on w ten sposób że wziął zwykłą nitkę do szycia, lub też włókno z ~~[illegible]~~ trzciny bambusowej ~~w~~ i ułożył je w kształcie drucika, a potem rozgrzał w naczyniu, z którego powietrze zostało zupełnie wypompowane. W tedy włókno bambusowe nie może się spalić bo brakuje tlen powietrza niezbędny do spalenia, tylko następuje tak zwana sucha destylacya, rozkład chemiczny w skutek którego włókno zostaje zwęglone, zachowując zresztą zupełnie kształt, który przedtem miało; pozostaje ~~na~~ węgiel zawarty w włóknie roślinnym, tworząc drucik węglowy, którego potrzebujemy.

Ten drucik ~~[illegible]~~ przymocowuje się wewnątrz do bańki szklannej, z której powietrze znów starannie się wypompuje, w taki sposób, że końce jego można połączyć z biegunami obwodu elektrycznego. Gdy się to stanie, prąd przechodzi przez drucik węglowy, ~~[illegible]~~ i rozżarza go tak dalece, że wydaje jasne bardzo światło. 10 świec, 16 świec

~~Oprócz to światło~~ Eksperyment, czem silniejszy prąd, tem jaśniejsze i więcej białawe światło.

Przecież to światło zawsze zachowuje pewną barwę żółtawą. Gdyby chciano mieć światło zupełnie białe, trzebaby ogrzać drucik jeszcze znacznie więcej, a tego nie można sobie pozwolić, bo w tedy by się zepsuł ~~drucik~~ bardzo szybko.

Tej wady nie mają ~~światło~~ lampy elektryczne tak zwane łukowe; ~~jest to~~ są to owe lampy, zwykle otoczone kulą z białego szkła, które ~~wydawają~~ wydawają nadzwyczaj silne niebieskawo białe światło, podobne do światła słonecznego, które ~~widzimy~~ ~~na przykład~~ używają do oświetlania większych gmachów lub placów publicznych jak. n. p. na dworcach kolei ~~południowej~~ - owych, lub ~~zachodniej~~, albo na niektórych ulicach, na Kołłątaja, przed sklepami niektórymi itp.

Lecz zanim tym przedmiotem szczegółowo zatrudnimy się, będzie dobrze, jeżeli poznamy bliżej zjawisko, które ~~[illegible]~~, jest potrzebne do jego wytłomaczenia, t. j. iskrę elektryczną.

Wszyscy już, szanowne Państwo, widzieliście iskry elektryczne i to największe iskry elektryczne, które wszyscy znamy, to jest błyskawice ~~piorunny~~. ~~Wszyscy też statki [illegible]~~

Miniatrowe takie błyskawice ~~piorunny~~ mogę wytwarzać za pomocą tej maszyny elektrycznej, którą Państwo widzieli. - - -

Znajdujemy tu znów wszystkie zjawiska, które ~~stanowią~~ ~~pokazują się przy piorunach~~ stanowią znamiona piorunów.
Trzask odpowiada grzmotowi, lekkie drgnięcie nerwowe, które odczuwamy jeżeli otrzymamy iskrę w palec, odpowiada wstrząśnieniu silnemu nerwów, które może spowodować sparaliżowanie lub nawet śmierć, a blask słaby iskry jest w gruncie to samo co ~~jak~~ światło błyskawicy. ~~[illegible]~~ To jest to w istocie ta sama rzecz: ~~silny~~ prąd elektryczny przechodzący przez powietrze.
Silniejsze iskry ~~[illegible]~~ jesteśmy w stanie wytworzyć ~~za pomocą~~ używając butelki lejdejskiej; w tym razie daleko większa ilość elektryczności może się nastarzać, prąd elektryczny staje się daleko silniejszym, ~~[illegible]~~ więc iskra silniejszą i jaśniejszą.
Także i w tym wypadku ~~[illegible]~~ światło wytworzone jest ~~[illegible]~~ w skutek silnego ogrzania przez prąd elektryczny, podobnie jak w lampce żarowej, ale podczas gdy tam ciało stałe, węgiel ogrzewał się, to w tym wypadku prąd przechodzi przez powietrze i rozpala samo powietrze do nadzwyczajnego stopnia, tak że nawet cząsteczki metalowych konduktorów, między któremi iskra przeskakuje, się spalają. To też spowodowuje owe uczucie w skórze, podobne

do ukłucia igłą, spowodowane przez iskrę przeskakującą do palca. Że nie powstaje poparzenie skóry, że się ona nie spala, ~~[illegible]~~. Tłumaczy się tem, że iskra taka trwa tylko nadzwyczajnie krótki czas, ani ~~[illegible]~~ tysięczną część sekundy. Pomimo to można ~~[illegible]~~ czasem zapalić nią ~~[illegible]~~ substancye łatwo się palące. N. p. eter

Powiedziałem, że iskra ~~[illegible]~~ elektryczna trwa tylko tak bardzo krótki czas, możnaby powiedzieć: tylko jeden moment, a przecież jest to zjawisko bardzo skomplikowane.

Albowiem nie jest to prąd elektryczny prosty, płynący ~~[illegible]~~ ciągle z jednostajną siłą i w jednostajnym kierunku, tylko prąd zmienny, tak zwany peryodyczny. Zostało dowiedzione przez niemieckiego fizyka Eddersena, że elektryczność nie wypładowuje się naraz, tylko że następuje tak zwane drganie elektryczne. Jest to czemś podobnem, jak ruch wahadła. Jeżeli wychyli się je z pozycyi równowagi, to ono wraca do tejże, ale nie zatrzymuje się tu, tylko wylatuje na drugą stronę, znów wraca i z czasem dopiero ustanawia się w środku, w pozycyi równowagi. Podobnie elektryczność przepływa ze ~~jednej~~ środkowej okładki butelki na zewnętrzną, znów wraca do

wewnętrznej i t. d. — a to wszystko trwa tylko tysięcznej albo milionowej części sekundy. Z badania bliższego tych zjawisk powstały odkrycia nadzwyczaj ciekawe, niemieckiego fizyka Hertza, które stanowią najważniejsze potwierdzenie teorji, o której już wyżej wspominałem, utrzymującej że światło jest właśnie takim falowaniem elektrycznem. Miałbym wielką ochotę pomówić trochę obszerniej o tym przedmiocie, ale obawiam się że stałbym się zanadto niezrozumiałym dla Szanownych Państwa, tem mniej zrozumiałym, bo gdyż nie posiadam aparatów potrzebnych do pokazywania tych eksperymentów, które wymagają już bardzo skomplikowanego urządzenia. Ograniczę się więc na kilku słowach. Drganie to elektryczności, podczas przeskakiwania iskry elektrycznej, wzbudza falowanie elektryczne w powietrzu, rozchodzące się w przestrzeni, w podobny sposób jak drganie struny skrzypcowej wywołuje dźwięk w powietrzu. Znaną bez wątpienia rzeczą jest Szanownym Państwu, że i światło nie rozlega się natychmiastowo w przestrzeni, tylko że potrzebuje do tego pewnego czasu, że rozchodzi się z prędkością 300.000 km w sekundzie. Gdyby więc jakimś bądź sposobem

słońce nasze nagle zgasło, to nie powstałaby natychmiast ciemność na ziemi, ale dopiero za 8 minut.

Otóż właśnie z tą samą prędkością opowiemy rozchodzą się także owe fale elektryczne, co przecież przemawia za tem, że jest jakiś związek między niemi i światłem. Dotąd one odbijają się od zwierciadeł, załamują się w pryzmacie, zupełnie jak ~~świat~~ promienie światła. Jeszcze wiele innych przyczyn za tem przemawia że istotnie światło jest takim falowaniem elektrycznem. Różnica między falami światła i tymi, które tu powstają, podczas iskry elektrycznej, polega tylko na tem że te ostatnie są daleko dłuższe; najkrótsze fale elektryczne które zdołano wytworzyć mają ~~jeszcze~~ długość 4 mm a najdłuższe fale światła, dotąd znane są jeszcze 200 razy krótsze, t. j. wynoszą tylko 50tą część milimetra.

Ale wróćmy teraz do naszego światła elektrycznego.

Oczywiście znakomite mielibyśmy źródło światła, gdyby udało się wytworzyć stałą iskrę elektryczną, która nie zniknęłaby w ten sam moment, co powstała, lecz która trwałaby tak długo jak tego sobie życzymy. Możemy to dopiero uskutecznić, jeżeli postaramy się o to, żeby w miarę jak elektryczność zostaje wyładowaną, wciąż ~~nam~~ dalszą

zapas elektryczności nastąpił. W tym celu możemy n. p. użyć w miejsce butelki lejdejskiej, która jest w stanie zatrzymać tylko pewną ilość elektryczności — baterye galaniczną n. p. taką jaką tutaj mam, składającą się z ogniw chromowych Bunsena; ta produkuje więcej ogromne ilości elektryczności, daleko większe niż można wydostać zapomocą tarcia płyty szklanej w owej maszynie. ~~Tym sposobem~~ ~~[illegible] możemy wytworzyć światło, podobne do światła iskry elektrycznej, [illegible], między~~ Jako najlepszy materyał dla końców obwodu elektrycznego, między któremi ma przeskakiwać iskra lub łuk światła, znów okazał się węgiel, albo raczej gatunek pewien koksu, który teraz ~~[illegible]~~ umyślnie na ten cel we formie sztyfiktów dosyć grubych wypalają, podobnych jak...

Niestety ~~moja~~ baterya, którą tutaj mam, też nie jest dosyć silną aby wytworzyć właściwy łuk światła elektrycznego, potrzebowałbym do tego około 30 takich ogniw galwanicznych, a mam ich tylko 12; ale ~~[illegible]~~ wystarczy to aby dać przynajmniej przybliżone wyobrażenie o tem zjawisku. Naturalnie lampy na Kitlewskie i łuk nie są podobne jedno z takich baterji jakie tutaj mam, byłby to ~~[illegible]~~ za drogo: mocnie. Połączenie z sieią centralną. Jasność odpowiada koło 1000 świec! Urządzenie.

Kolor światła różni się znacznie od ~~[illegible]~~ barwy żółtawej

lampki żarowej. Jest on zupełnie biały, jak światło słoneczne, może nawet trochę więcej niebieskawy. Pochodzi to z tej przyczyny, że ~~tu~~ temperatura łuku elektrycznego bez porównania wyższą jest niż temperatura drutika w lampce żarowej, wynosi ona przeszło 3000°.

Jest to w ogóle ~~najgorsza temperatura~~ największy stopień gorąca, który jesteśmy w stanie wytworzyć. Francuski chemik słynny, profesor Moissan, użył tej właściwości łuku aby skonstruować piec do topienia metalów, których żadnym innym sposobem niemożna stopić. Udało mu się stopić nawet platynę, przedestylować węgiel, wytworzyć w czystym stanie różne rzadkie metale, jak uran, niob, tantal, cyrkon i t. p., które bardzo są interesujące dla fachowych chemików i fizyków, choć mało jeszcze ~~znane~~ znane ogólnie, i dokonać jeszcze wiele innych ciekawych doświadczeń za pomocą tej temperatury niesłychanie wysokiej, które daleko spowodowały rozgłos w świecie chemików, uczonych i techników.

Gatunki światła elektrycznego, któremi zetknęliśmy się aż dotąd, są te które ogólnie są używane w technice oświetlenia, polegają, jak kilka razy wspomniałem na własności przewodzenia prądu elektrycznego, który wytwarza żarzenie się drutu (volfra-) czy też drobnych cząsteczek węglowych (w łuku).

Ale egzystują też inne zjawiska ~~ele~~ elektryczne, przy których ukazuje się światło chociaż ~~ie~~ temperatura ciała świecącego pozostaje niską, ~~które~~ które więc według tego co w początku mówiłem, można uważać ~~za gatunek~~ jako należące do luminescencyi albo fosforescencyi. Zjawiska te, dopiero od lat kilkunastu dokładniej badane, najlepiej można śledzić za pomocą t.z. rurek Geisslerowskich, nazwanych tak według słynnego fabrykanta instrumentów szklanych Geisslera, który pierwszy je ~~w~~ wytworzył. Objawiają się one jeżeli przepuszczamy prąd elektryczny przez powietrze, lub inne gazy rozrzedzone.

Fabrykacya

Kolor światła zależy od stopnia rozrzedzenia gazu i od natury gazu. W powietrzu czerwonawo niebieskie, w wodorze czerwonawe, w tlenie różowy, w dwutlenku siarki niebieski i t.p.

~~Jeśli~~ Rurki przy tem nie ogrzewają się znacznie. Temperatura gazu w środku została mierzoną, naturalnie nie za pomocą termometru bo tego przecież nie możnaby włożyć i byłby to w ogóle instrument za mało czuły, lecz za pomocą specyalnych instrumentów, tak zwanych bolometrów i pokazało się że temperatura gazu jest stosunkowo bardzo niska, wynosząca ledwie więcej niż 100° Celsiusza. Więc tu musi być jakaś dziwna własność specyficzna elektryczności, co dotąd jeszcze nie wytłomaczona bliżej, która powoduje luminescencyę. Może te zjawiska kiedyś także znajdą jeszcze zastosowanie praktyczne; takie przynajmniej jest zdanie elektrotechnika sławnego serba-amerykanina, Tesli, który światło wytworzone w podobny sposób nazywa światłem przyszłości i twierdzi — z pewnem uprawnieniem — że ono z czasem wyprze wszystkie inne sposoby oświetlenia elektrycznego.

Nadzwyczaj ciekawe zjawiska zachodzą wreszcie jeżeli powietrze rozrzedzi się tak dalece, że jego gęstość jest już tylko $\frac{1}{1000000}$ częścią gęstości zwykłej. Powstają wtedy w środku rurki tak zwane promienie katodalne a zewnątrz jej — promienie Röntgena.

Niestety czas mi już nie pozwala, abym dalej się rozwodził o tym przedmiocie, ~~tak~~ ~~do tego~~ też i nie posiadam ~~wszystkich~~ tutaj aparatów potrzebnych do pokazywania dotyczących zjawisk tutaj ~~zachodzących~~. ~~Skutem~~ Skutem wielką ochotę pokazać panom ~~na~~ stawne promienie Röntgena, ~~które przechodzą przez~~ które mają tak szczególne właściwości, ale niestety ~~[illegible]~~ nie ma tu urządzenia potrzebnego do tego, mianowicie brakowałyby połączenie ze stacją centralną elektryczną, a powtóre obawiałem się czyby niektóre z Szanownych Pań nie uważały to jako zbytnią śmiałość i niedyskretność z mojej strony, gdybym zaczął je wskróś prześwietlać i badać ich rzeczy - głowy i serca.

/.

przyszłość przyniesie, tego nie wiemy, ale jedna rzecz jest pewna: ~~zajęcia~~ zobaczymy jeszcze wiele rzeczy ciekawych, będziemy mogli jeszcze ~~wielce mało~~ wielce interesujących zjawiskom się przypatrzeć i zawsze będziemy zadowoleni jeżeli tylko nie stracimy jednego ~~[illegible]~~ przymiotu: interesu ~~w~~ rozwoju ~~[illegible]~~ wzrosnie się wiedzy ludzkiej.

Szanowni Państwo! W krótkim czasie, który miałem do dyspozycji, nie mogłem traktować przedmiotu tak obszernego inaczej jak tylko bardzo pobieżnie i muszę przeprosić, jeżeli w niektórych punktach może nie byłem dosyć jasnym; ~~ale może przecież Szanowni Państwo przyznają, że jest to a I muszę być~~ będę zadowolonym, jeżeli nie zarzucicie zupełnie ciekawości i interesu tak żywego Szanownych Państwa ~~tak żywego~~ w tym przedmiocie. I zdaje mi się doprawdy, że mamy dosyć powodów ~~przyczyn~~ interesować się postępem fizyki i wogóle nauk ścisłych. Co roku pojawiają się jakieś niespodziewane odkrycia; ~~wielcy~~ uczeni pracują z prawdziwym zapałem ~~gorączką~~ nad zbadaniem praw natury, ~~jak~~ z gorączką ~~zapałem~~ podobnym do ogromniejszej tych, ~~jak~~ co złoto kopią, bo każdemu może się przytrafić, że on znajdzie bryłę złota, że zrobi wielkie odkrycie, które ~~zmie~~ przekształci cały ustrój ~~naszego~~ życia ludzkiego, albo rozszerzy wiedzę ludzką w kolosalny sposób. ~~Tworzymy żyjemy, Polacy, nie zostali w tyle w tym współzawodnictwie wszystkich narodów.~~ Tu jest postęp niepohamowany; żyjemy we wieku pary i elektryczności, jakie będzie może wieku dwudziestego? Jest wielu ludzi którzy narzekają na ~~nasze czasy teraźniejsze~~ nasze stulecie, którzy wzdychają do czasów dawniejszych, spokojnych; ja się z niemi nie zgadzam, ~~nie~~ owszem cieszę się że żyję w tym czasie; co nam

I 5

Probe-Vortrag bei Habilitirung

Über die Energie-Vertheilung im Strahlungs Spectrum eines schwarzen Körpers

6/VI 1898

Über die Energieverthеilung im Strahlungs Spectrum schwarzer Körper 1

Probe-Vortrag 6/VI 98 11h am XXXIV

87

Unsere heutigen Anschauungen über das Wesen der Wärmestrahlung sind noch verhältnissmässig neuen Datums. Es war Prevost, zu Anfang des Jahrhunderts, welcher in einer 1809 erschienenen Schrift zum ersten Mal in klarer Weise das Princip aussprach, dass jeder Körper zufolge seiner Temperatur, unabhängig von anderen Körpern, Strahlung aussende, so dass der experimentell beobachtbare Wärme-Übergang von einem kälteren zum wärmeren Körper blos die Differenz der in dieser und der in entgegengesetzter Richtung verlaufenden Strahlung ist. Aber erst seit den Kiessiger Jahren wurde infolge der experimentellen Forschungen Melloni's die heute noch geltende Ansicht allgemein anerkannt, dass die Wärmestrahlung überhaupt dieselbe Art von Äther bewegung oder Äthervorgang sei wie das Licht, oder besser gesagt, dass das Licht nur ein spezieller Fall von Wärmestrahlung ist, und dass die von verschiedenen Wärmequellen ausgesandten Strahlungen sich nur ~~durch die~~ in der Intensität ~~und~~ und in der ~~der Intensitätsvertheilung~~ Vertheilung derselben auf die verschiedenen Wellenlängen unterscheiden.

Seitdem diese Anschauungen begründet ~~wurde~~ sind, besteht die wichtigste Aufgabe ~~darin~~ darin die Abhängigkeit der Intensität der

Strahlung und der Intensitätsvertheilung im Strahlungsspectrum von der Temperatur zu bestimmen. Trotz der kolossalen darauf verwendeten Mühe vieler Forscher ist aber eine vollständige Lösung dieser Aufgabe auf experimentellem Wege noch nicht gelungen, ~~Dieselbe ist dies in den besonderen experimentellen Schwierigkeiten begründet~~ und dies ist grösstentheils begründet, welche bisher nicht genügend gelungen und ~~Dieselbe aber auch~~ in einem Umstande von principieller Wichtigkeit ~~[illegible]~~ Es lässt sich nämlich von vorneherein gar nicht erwarten, dass man ein einfaches Strahlungsgesetz für einen Körper finden werde, denn ein jeder Körper verhält sich in dieser Hinsicht verschieden; nach dem bekannten Kirchhoff'schen Gesetze $E = Ae$, ist e eine für alle Körper gleiche Function, das Emissionsvermögen eines absolut schwarzen Körpers bedeutet, während A und daher auch E für jeden Körper in anderer Weise variiren; es handelt sich also darum ~~[illegible]~~ für einen solchen absolut schwarzen Körper das Emissionsgesetz ~~kann man erwarten~~ zu finden, ~~und~~ die in der Natur vorkommenden ~~[illegible]~~ schwarzen Körper (Russ, Kohle etc.) sind von diesem Ideale weiter entfernt, als man bisher gedacht hatte, wie namentlich die neuesten Versuche Paschens gezeigt haben. Quantitativ genaue Resultate kann man daher von keinem der bisher gemachten Versuche erwarten.

Dazu kommen noch die experimentellen Schwierigkeiten, indem

~~[illegible]~~ zur Messung der geringen Wärmewirkung bei Strahlung außerordentlich empfindliche Instrumente construirt werden mussten. Mit Thermometern kann man natürlich nur die Gesammt-Strahlung aller Wellenlängen messen; aus solchen Versuchen hatten Dulong & Petit schon 1818 ihr Gesetz abgeleitet, wonach die Strahlung eine Exponentialfunction der Temperatur wäre. ~~Stefan wies~~ Erst viel später, im Jahre 1879, wies Stefan nach, dass sie hierbei den Einfluss der Wärmeleitung der Luft, deren Gesetze damals noch nicht bekannt waren, falsch eliminirt hatten, und stellte selber das bekannte Gesetz auf, demzufolge die Strahlung proportional der vierten Potenz der absoluten Temperatur wäre. ~~Die~~ Mit diesem Gesetze ~~sagen~~ stehen wirklich die späteren Versuche von Grätz – auch mittelst Thermometer –, und von Edler – mittelst Thermosäulen angestellt – in ~~[illegible]~~ recht guter Übereinstimmung, während andere Beobachter (Schleiermacher) größere Abweichungen fanden, was freilich ~~[illegible]~~ theils dem Umstande zuzuschreiben ist, dass dabei zwecks Platinbleche, also keine schwarzen Körper, benützt wurden.

Mittelst Thermosäulen konnten auch schon rohe Versuche über die Vertheilung der Intensität im gesammten Spectrum angestellt werden, so von Desains, Curie, Violle u.a., aber ~~die [illegible]~~ erst Langley gelang es

~~solche Messungen sind zu empfindlich, und erst Langley~~

~~Langley gelang es~~ durch Erfindung oder eigentlich Vervoll- 90

kommnung des Dolometers ~~einen entschiedenen der ersten~~

einen entschiedenen Fortschritt in dieser Richtung zu erzielen.

Langley zerlegte die Strahlung, welche seine Wärmequellen,

das sind glühende Platinstreifen und erwärmte berußte Kupfer-

flächen, aussendeten, mit Hilfe eines Steinsalzprismas in

ein Spectrum und bestimmte nun die Intensitätsvertheilung

in den einzelnen Theilen desselben mittelst des Dolometers.

Das so erhaltene Spectrum ist natürlich in gewissem Sinne

verzerrt, da infolge der ungleichförmigen Dispersion des Steinsalzes

die Wellenlängen nicht in gleichmäßiger Weise im Spectrum

auseinandergebreitet werden. Da aber Langley die Dispersionscurve

des Steinsalzes durch anderweitige Messungen bestimmt

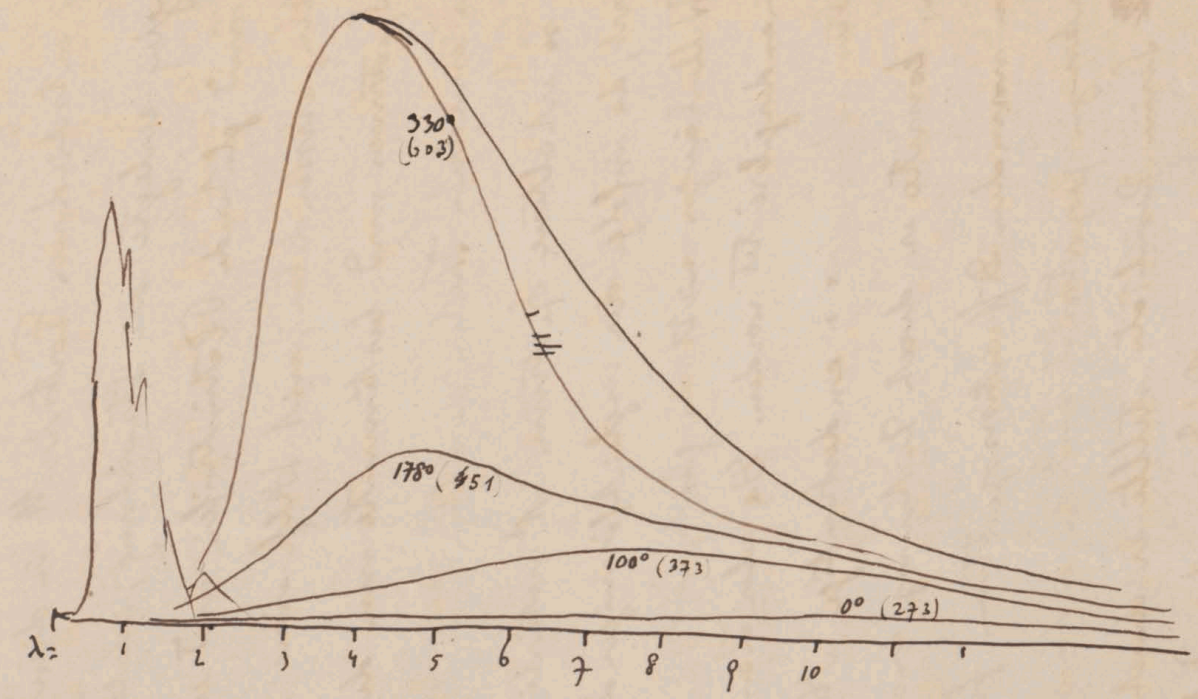
hatte, konnte er durch Rechnung auch die Vertheilung in

einem normalen Diffractionsspectrum finden, wo die ~~Wellenlängen~~

Ablenkungen proportional sind der Wellenlänge.

~~Das~~ Seine Resultate stellte er durch Curven dar, welche

ein sehr anschauliches Bild von der Intensitätsvertheilung geben.


330°
(603)
178° (451)
100° (373
0° (273)
λ=
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

In eine Formel diese Resultate zusammenzufassen, wurde von Langley nicht versucht; dies unternahm dagegen H. F. Weber welcher die Formel aufstellte:

$$\varphi(\lambda,\theta) = \frac{A}{\lambda^2}\, e^{a\theta - \frac{b}{\lambda^2\theta^2}}\, d\lambda \qquad \text{wo } A, a, b \text{ Constanten sind}$$

Diese Formel gibt allerdings Curven von ungefähr ähnlicher Gestalt, wie die von Langley gefundenen, aber die quantitative Übereinstimmung ist nicht sehr gut; wie besonders zeigen sich erhebliche Abweichungen gegen die früher erwähnten Versuche von Grätz, Edler u.a., wenn man die Gesammtstrahlung berechnet, welche hiernach gleich würde $S = \int_0^\infty \cdots\, d\lambda = B.\theta\, e^{a\theta}$; mit dieser Formel stimmen obige Versuche viel schlechter als mit der Stefan'schen $S = \sigma.\theta^4$, welche nur eine Constante hat, so dass man sie wohl als abgethan betrachten kann, umsomehr als auch gar keine theoretische Begründung ihrer Giltigkeit versucht wurde.

Ein sehr interessanter Versuch, auf rein theoretischem Wege diese Emissionsfunction zu bestimmen wurde dagegen von dem amerikanischen Physiker Nichelson gemacht (1887), und

auf diesem Wege fortschreitend, und einige unbegründete Annahmen Kirchhoff's durch ~~[illegible]~~ thermodynamische Betrachtungen ersetzend, ist endlich W. Wien zu Resultaten gelangt, welche die größte Beachtung verdienen, und auf die ich hier wenigstens in kurzen skizzirenden Zügen möchte.

Ausgangspunkt der Untersuchungen W. Wien's sind die Einführung, respective nähere Definirung der Begriffe: Temperatur, Druck und Entropie der Strahlung.

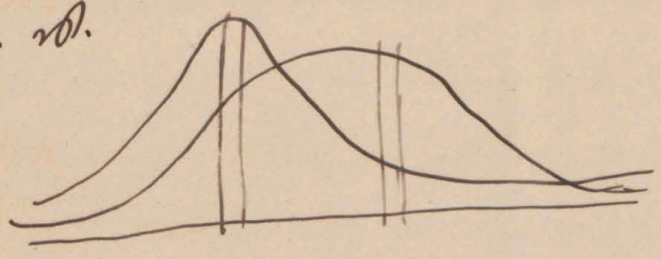
Zur Definition der Temperatur ~~[illegible]~~ dient eine Bemerkung Kirchhoff's, wonach innerhalb eines Hohlraumes von gleichmäßiger Temperatur, ~~in einem~~ dessen Wände nicht absolut reflectirend sind, sich eine solche Strahlung herstellt, als ob die Wände absolut schwarz wären.

~~Stelle man nun, dass ein kleines Loch~~  ~~in die Wand des Hohlraumes gemacht wird, so sieht man ein, dass ein einfallender Strahl jedenfalls vollständig absorbirt wird, der Hohlraum wird somit als absolut schwarz erscheinen, wie das jedenfalls die Erfahrung lehrt.~~ Der innerhalb des Hohlraumes sich herstellenden Strahlung und einen jeden welche mit ihr im Wärmegleichgewicht steht kann man also die Temperatur des umgebenden Körpers selber zuschreiben, ~~[illegible]~~ ~~die Dichtigkeit wie die Vertheilung der Strahlung~~ ~~wird sich offenbar auch nicht ändern, wenn ein kleiner Theil~~

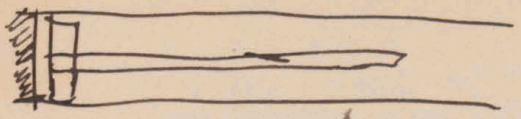
Der Grundgedanke dabei ist, dass die Strahlung, welche einen gewissen Raum erfüllt, auch unabhängig von dem Körper welcher sie ausgesandt hat, untersucht werden kann, und dass sie den allgemeinen Gesetzen der mechanischen Wärmetheorie unterworfen sein muss. ~~Die diffuse Strahlung~~ ist immer charakterisirt durch ~~d~~ ihre Wellenlänge, oder Farbe, und durch die Volumdichtigkeit, ~~das~~ welche die Temperatur bestimmt.

~~der Wände durch vollkommen reflectirende Spiegel ersetzt wird.~~

~~Sobald sich einmal im Innern die der betreffenden Temperatur entsprechende Strahlung hergestellt hat, wird diese auch weiter noch im Wesentlichen gerade erhalten, wenn die Wände vollkommen reflectirend sind.~~ Es ist somit die Dichtigkeit der Strahlung oder die Energie pro Volumeinheit, welche als Maass der Temperatur derselben dient, und zwar gilt dies für jede ~~Strahlung~~ Farbe extra. vd.



Was nun den Begriff Druck der Strahlung anbelangt, so sind die diesbezüglichen Untersuchungen schon ziemlich alt. Schon von Maxwell 1873 wurde aus der electro ~~dynamischen~~ magnetischen Lichttheorie auf die Existenz eines Druckes geschlossen, welcher von der Strahlung in ihrer Fortpflanzungsrichtung ausgeübt wird, wenn sie auf einen Körper auffällt. Auf ganz verschiedenem Wege, nämlich mittelst thermodynamischer Betrachtungen kamen zu demselben Resultate Bartoli und Boltzmann. Man stelle sich vor einen Kolben vor, in welchem ein Stempel verschiebbar ist, alles absolut reflectirend.



Am Boden des Stempels befindet sich nun ein Körper A von der Temperatur ϑ; jetzt zieht man den Stempel soweit zurück dass die ganze Röhre mit der Strahlung [also Energie der Äther bewegung] von der Temp. ϑ erfüllt ist, was ohne Arbeitsleistung oder Zeitverlust vor sich gehen würde, falls die Strahlung keinen Druck ausübt. Nun ersetze man den Körper A durch einen ~~kälteren~~ wärmeren B — ebenfalls ohne Arbeitsleistung und drücke wieder den Stempel vollständig nieder; hierbei muss die Strahlung von B aufgenommen werden, es wäre also eine ~~Energiedichtigkeit von~~ Wärmemenge von dem kälteren Körper A zum wärmeren B hinübergeschafft worden, ohne dass äußere Arbeit geleistet wäre, was nicht möglich ist. Daraus folgt dass das Verschieben des Stempels in Wirklichkeit mit einer Arbeit verbunden sein muss, dass also die Strahlung auf denselben einen Druck ausübt.

Für den Betrag dieses Druckes pro Flächeneinheit ergibt nun die electromagnetische Lichttheorie dass er numerisch gleich sein muss der Energiemenge der Strahlung pro Volumeinheit, falls die Strahlen nur in senkrechter Richtung auffallen, ~~wenn~~ dagegen einem Drittel dieses Wertes wenn sie vollkommen diffus in allen möglichen Richtungen des Raumes verlaufen wie es in einem geschlossenen Hohlraume.

Es erinnert dass an die kinetische Gastheorie, wo ja ebenfalls die Molecüle nach allen möglichen Richtungen des Raumes sich bewegen, und wo man der Druck so berechnen kann, als ob ein Drittel der ganzen Molecülzahl sich in der Richtung je einer Coordinatenaxe bewegen würde.

Hofr. Boltzmann hat nun nachgewiesen, dass unter dieser Annahme das Stefan'sche Gesetz für die Strahlung sogar strenge bewiesen werden könne. <In vereinfachter Form kann dies folgendermaßen geschehen: Während wir den Stempel um die Distanz a vom Körper A entfernen wird die Röhre mit der Strahlung von der Temperatur des Körpers A nämlich θ_1 erfüllt; dass gibt eine Energiemenge $a\psi(\theta_1)$, wenn der Querschnitt ~~der~~ = 1 gesetzt wird (und die Energie der Volumeinheit = $\psi\theta$ gesetzt wird), und dazu kommt noch die Arbeit ~~[illegible]~~ welche beim Bewegen des Stempels verwendet wird, das ist nach dem was eben gesagt wurde $\frac{a\psi(\theta_1)}{3}$, also zusammen $\frac{4a\psi(\theta_1)}{3}$ welche aus dem Wärmevorrathe von A bestritten werden muss.

Wird dann der zweite Körper B von der Temperatur θ_2 substituirt, und der ~~[illegible]~~ Stempel wieder hineingestossen, so wird erstens die ~~[illegible]~~ Energiemenge des Raumes $(a\psi(\theta_1))$ wieder aufgenommen, außerdem aber auch die auf Bewegung des Stempels verwendete Arbeit welche jetzt $\frac{a\psi(\theta_2)}{3}$ beträgt.

Da das Ganze ein umkehrbarer Kreisprocess ist so muss $\int \frac{d\theta}{\theta} = 0$ sein, somit

$$\frac{4a\psi(\theta_1)}{3\theta_1} = \frac{a\psi(\theta_1)}{\theta_2} + \frac{a\psi(\theta_2)}{3\theta_2}$$

~~Schreibt~~ Lässt man die Temperaturen θ_1 und θ_2 unendlich wenig verschieden sein, so wird dies:

$$0 = -\frac{a\psi(\theta_1)}{\theta_2^2}\,d\theta - \frac{a\psi(\theta)}{3\theta^2}\,d\theta + a\frac{\psi'(\theta)}{3\theta}\,d\theta$$

$$0 = \frac{4}{3}\,\frac{a\psi(\theta)}{\theta^2} - \frac{a\psi'(\theta)}{3\theta}$$

$$\frac{\psi'(\theta)}{\psi(\theta)} = \frac{4}{\theta}$$

$$\psi(\theta) = C.\theta^4$$

Das ist eben das Stefan'sche Gesetz

und zwar lässt es sich nicht nur für die Gesamtstrahlung sondern mit geringen Modificationen auch für Strahlung einzelner ~~Wellenlängen~~ Farben beweisen; das möge im Folgenden als bewiesen angenommen werden.

~~Solche~~ Solche umkehrbare Prozesse, wie der eben erwähnte, bei welchen Strahlung mechanische Arbeit leistet werden dann von Wien benützt, um die Entropie der Strahlung zu definiren. Da ~~wir~~ aber dies mit dem vorliegenden Gegenstande nicht in unmittelbarem Zusammenhange ist, will ich hier nicht näher darauf eingehen.

Nun wollen wir zur Betrachtung des ~~Dagegen muss ich einen sehr~~ interessanten Mechanismus ~~kurz~~ übergehen ~~skizziren~~, welchen Wien ersonnen hat, um Beziehungen zwischen Strahlung verschiedener Wellenlängen (Farben) aufzufinden.

Man denke sich einen ~~vollständig~~ Hohlraum von Gestalt einer Halbkugel (oder auch ganzen Kugel) mit vollständig spiegelnden Wänden, welche so beschaffen sein sollen, dass sie sich ausdehnen oder zusammenziehen können. Im Mittelpunkte sei die Strahlungsquelle angebracht,

welche so klein ~~vorausgesetzt~~ gesetzt wird dass man blos die ~~entwickelt~~ in Richtung der Radien vor sich gehende Strahlung zu berücksichtigen braucht und von schiefer Reflexion etc. ganz absehen kann. (Es geschieht dies blos zur Vereinfachung der Rechnung, die Überlegung lässt sich in ganz ähnlicher Weise auch für den allgemeinen Fall anstellen). Nachdem in dieser Weise Strahlung einer bestimmten Farbe hineingebracht wurde, lassen wir die Strahlungsquelle verschwinden und führen nun eine adiabatische Compression der Strahlung aus, indem wir den Radius r der Halbkugel um dr vermindern. Dabei wird einerseits die Temperatur der Strahlung steigen, da ihre Energiedichte grösser wird, andererseits wird sich aber nach dem Doppler'schen Princip auch ihre Farbe ändern.

Wird Strahlung an einem Spiegel reflectirt, welcher sich mit der Geschwindigkeit v ihrer Richtung entgegenbewegt, so ~~es~~ ändert sich (nach Doppler) die Wellenlänge λ um $d\lambda = \frac{2v}{c}\lambda$ wo c die Lichtgeschwindigkeit bedeutet; während sich die spiegelnde Wand von r nach r-dr, mit der Geschwindigkeit v bewegte, haben aber $\frac{c\,dr}{2vr}$ Reflexionen stattgefunden, folglich hat im Ganzen die Wellenlänge um $d\lambda = \frac{2v}{c} \cdot \frac{c\,dr}{2vr}\lambda = \frac{dr}{r}\lambda$ abgenommen; integrirt gibt dies $\lambda = \frac{r}{r_0}\lambda_0$.

Man kann also durch Vergrösserung oder Verkleinern des Raumes die

Farbe der eingeschlossenen Strahlung beliebig ändern; die Wellenlänge wird proportional sein dem Radius, unabhängig von der Geschwindigkeit mit welcher die Veränderung geschieht. (Es ist dies ganz analog dem Verhalten von Gasen wo auch die Temperatur und der mittlere Abstand, ebenso auch die Stoßzahl der Moleküle durch adiabatische Compression in ähnlicher Weise geändert wird.) Bei einer solchen Volumänderung wird aber vorgegangen gleichzeitig sich auch die Temperatur ändern.

Ist die Strahlungsdichtigkeit wieder gleich $\psi(\theta)$ so ist die im ganzen Volum enthaltene Strahlung, falls man wieder nur die senkrechten Strahlen berücksichtigt gleich $U = 2\pi r^3 \psi$;

die Änderung bei Vermehrung von r um dr: $dU = 2\pi\left[3r^2\psi\, dr + r^3 d\psi\right]$

dabei Arbeitsleistung $dW = 2\pi \psi r^2 dr$

Somit im Ganzen $dQ = 2\pi\left[4r^2\psi\, dr + r^3 d\psi\right]$

Da der Prozess adiabatisch ist muss dies $= 0$ sein, also

Dasselbe auch bei diffuser Strahlung

$$4\psi\, dr + r\, d\psi = 0$$

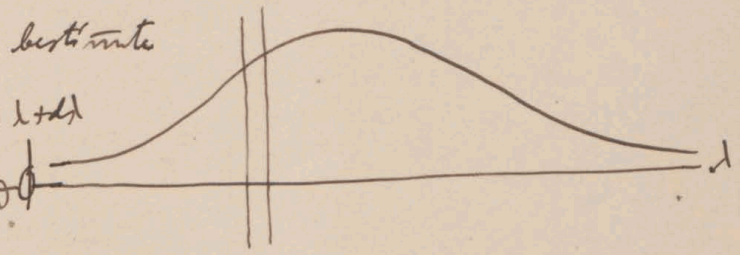
$$\frac{d\psi}{\psi} = -4\frac{dr}{r}$$

$$\frac{\psi}{\psi_0} = \left(\frac{r_0}{r}\right)^4$$

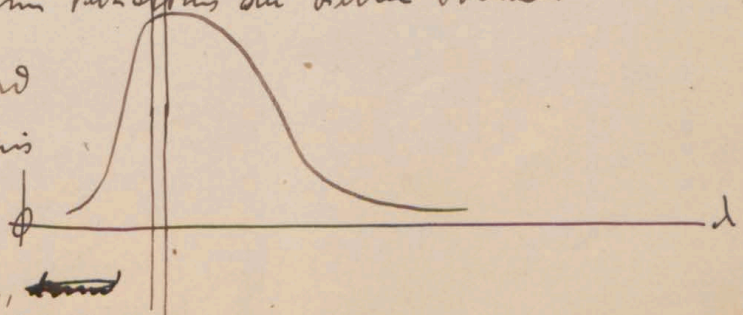
Dies ist die Veränderung der Volumdichtigkeit; nach Stefan's Gesetz muss nun aber $\frac{\psi}{\psi_0} = \left(\frac{\vartheta}{\vartheta_0}\right)^4$ sein, andererseits ist nach obiger Formel $\frac{r_0}{r} = \frac{\lambda_0}{\lambda}$ also $\frac{\psi}{\psi_0} = \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^4$ woraus folgt: $\underline{\lambda\theta = \lambda_0\theta_0}$

Denn nun die Veränderung der Farbe mit der Temperatur unabhängig ~~[illegible]~~ davon sein muss, ob diese Temperaturänderung durch adiabatische Compression der Strahlung stattgefunden hat, oder durch Temperaturerhöhung des strahlenden Körpers oder sonst auf welche Weise, so kann man aus diesem Satze eine sehr wichtige Folgerung ziehen, nämlich die: Ist die Intensitätsvertheilung der Strahlung im Spectrum für eine bestimmte Temperatur bekannt, so kann man sie auch für jede andere Temperatur daraus ableiten.

Denke man sich nämlich ~~das~~ aus dem Strahlungsspectrum eines Körpers von der Temperatur θ_0 eine bestimmte Farbe, zwischen λ und $\lambda+d\lambda$ herausgenommen, und einem solchen Prozess ~~in einer~~ ~~[illegible]~~ unterworfen, dass ihre Temperatur auf θ_1 erhöht wird,



dann wird die Wellenlänge im Verhältnis $\frac{\theta_0}{\theta_1}$ verkleinert sein; die Intensität, das ist der Flächeninhalt des Streifens, muss aber im Verhältnis der vierten Potenzen gewachsen sein, also wird die Ordinate im Verhältnis der 5 Potenz vermehrt werden müssen, ~~und~~ und analog für jede Wellenlänge



Man kann somit die Strahlungs Curve für jede beliebige Temp. erhalten, indem I. man die Abscissen im Verhältnis $\vartheta\lambda = \vartheta_0\lambda_0$ der Temp. verkleinert, und II. die Ordinaten im Verhältnis der 5ten Potenzen vergrössert. $\varphi = \frac{\vartheta^5}{\vartheta_0^5}\varphi_0$

Auf diesem wichtigen Satz und auf einige von Michelson eingeführte Voraussetzungen basirt nun Wien die Berechnung des Strahlungsgesetzes. Seine Voraussetzungen ~~[illegible]~~

1). Die Intensität der Strahlung einer bestimmten Art ist proportional der Zahl der Moleküle oder Atome welche sie aussenden

2). Für die Moleküle gelte das Maxwell'sche Geschwindigkeitsvertheilungsgesetz

$N(v) = v^2 e^{-\frac{v^2}{\alpha}} dv$ dies kann man allerdings vorderhand nur von den Gasen annehmen, aber es genügt ja auch, wenn man die Strahlung eines Gases kennt, da dasselbe in hinreichend dicken Schichten alle Strahlg absorbiren wird, also als schwarzer Körper betrachtet werden kann.

3). Die Schwingungsdauer der Strahlung, welche Moleküle einer bestimmten Geschwindigkeit aussenden, ist eine blosse Function dieser Geschwindigkeit. (Michelson hatte die spezielle Voraussetzung gemacht, dass sie dieser Geschwindigkeit verkehrt proportional sei, welche von Wien, als unbegründet fallen gelassen wird, und durch ~~[illegible]~~ die früher erwähnten Überlegungen ersetzt wird.)

Also wird $\varphi(\lambda) = f(v) \cdot v^2 \cdot e^{-a\frac{v^2}{\theta}}$

$$= F(\lambda) \cdot e^{-\frac{f(\lambda)}{\theta}}$$

Die unbestimmten Functionen F und f bestimmen sich nun durch die vorher dargelegten Bedingungen, mittelst welcher die Energiecurven für verschiedene Temperaturen in einander transformirbar sind.

Aus I). ergibt sich $f(\lambda) = \frac{c}{\lambda}$ und aus II). $F(\lambda) = \frac{C}{\lambda^5}$

Somit ist die schliessliche Formel:

$$\varphi(\lambda) = \frac{C}{\lambda^5} e^{-\frac{c}{\lambda\theta}} \qquad \Big\| \quad \varphi(\lambda, \theta_0) = \frac{C}{\lambda^5} e^{-\frac{c}{\lambda\theta_0}}$$

Sie hat blos 2 Constanten, während Weber's Formel 3 Constanten hat und schliesst sich doch den Beobachtungen viel besser an als jene. Insbesondere gilt dies von den neuesten, bisher vollkommensten Beobachtungen Paschen's, deren Besprechung ich mir jetzt zum Schluss gelassen habe.

Paschen hat mit ausserordentlicher Sorgfalt die Strahlungs-Spectren verschiedener schwarzer Körper wie Eisenoxyd, Kupferoxyd, Russ, und verschiedener Arten von Kohle bis zu Temperaturen von über 1100° untersucht, indem er ~~[illegible]~~ ungefähr dieselbe Methode wie

Langley befolgte, ~~der dabei~~ die Details derselben aber noch wesentlich vervollkommnete. ~~Dieser hat auch die~~ Insbesondere sind seine Messungen des Salzes viel zuverlässiger, da er die Dispersion des Steinsalzes bis 9 μ kannte, während Langley nur bis 5 μ.

Ohne die letzte Strahlungsformel Wien's zu kennen, kam er empirisch dazu, seine Resultate in die Formel zusammenzufassen

$$J = C \frac{e^{-\frac{c}{\lambda\theta}}}{\lambda^{\alpha}}$$

welche seine Beobachtungen weit besser wiedergab als ~~die~~ die Formeln welche von anderen vorgeschlagen worden waren.

Der Coefficient α sollte nach Wien $=5$ sein, Paschen fand für

Fe_2O_3	5·56
Russ und CO_2	5·62
Kohle (Stift)	5·09

er zeigt sich also für die verschiedenen Körper erheblich verschieden, was eben beweist, dass sie alle vom Ideal eines schwarzen Körpers erheblich weit entfernt sind, daher ~~lässt~~ kann man auch dem Unterschiede dieser Werte von dem theoretisch gefundenen $\alpha=5$ keine grosse Bedeutung beimessen. Auch die anderen Coefficienten C und c zeigen erhebliche Verschiedenheiten; so ist bei niedriger Temperatur Kohle (Stiftes) der schwärzeste Körper, bei hoher dagegen Fe_2O_3.

Wenn α wirklich von 5 verschieden wäre, so würde auch das Stefan'sche Gesetz von der ~~4~~ vierten Potenz fallen, und unsere Ansichten von der Strahlung müssten ~~daher~~ überhaupt bedeutend modificirt werden. Eine interessante Folgerung ergibt sich daraus,

dass für das Maximum der Curven die Beziehung besteht

$\lambda_m \theta = \text{const} = \frac{c_2}{\alpha}$, wie sich leicht aus der obigen Formel durch Differentiation zeigen lässt (und wie auch aus dem früher Sentz $\lambda\theta = \lambda_0 \theta_0$ folgt). Der Wert dieser Constante ist angesetzt ~~500~~ 2500 μ; nun hat die Sonnenstrahlung ihr Maximum bei $\lambda_m = 0{\cdot}5\,\mu$, daraus würde sich also die Temperatur der Sonne, natürlich nur der äusseren Schichten = 5000° ergeben; selbstverständlich kann sie aber im Innern bei Weitem grösser sein.

Die Resultate Paschen's zeigen aber, dass es ~~kaum~~ schwer möglich sein dürfte, auf ~~diesem~~ dem bisher befolgten experimentellen Wege zu genaueren Formulirungen des ~~Gesetzes~~ Strahlungsgesetzes für absolut schwarze Körper zu gelangen, denn die Körper die uns zur Verfügung stehen, weichen zu sehr von diesem Ideale ab. Es ist daher von höchster Wichtigkeit, dass es thatsächlich eine Methode gibt, um absolut schwarze Körper mit beliebiger Annäherung herzustellen; diese folgt schon aus den ~~einfachen~~ früher ~~Betrachtungen~~ erwähnten Überlegungen Kirchhoff's: eine Höhlung innerhalb eines Körpers enthält ~~hat~~ dieselbe Strahlungsmenge, als ob der Körper absolut schwarz wäre; bringen

wir in der Wand eine kleine Öffnung an, so wird diese fast genau solche Strahlung aussenden, als ob sie schwarz wäre. Dies lässt sich experimentell ~~recht schwer~~ mschwierig herstellen ~~d. h. mittelst eines dünnen Schlitzes~~. d. h. mittelst zwei übereinander liegender, geschwärzter Platinbleche, deren eines mit einem dünnen Schlitze versehen ist etc.

Offenbar muss ~~sowohl~~ nicht nur der strahlende Körper, ~~als~~ sondern auch der bestrahlte in dieser Weise hergestellt werden, da man ja sonst gar nicht weiss, ob d. h. eine berusste Fläche die auffallenden Wärme-Strahlen ~~alle~~ in gleicher Weise absorbirt. Russschichten Angg., Pupin.

Versuche dieser Art werden gegenwärtig von Lummer und Pringsheim in der physikalisch technischen Reichsanstalt in Berlin ausgeführt und man kann wohl mit Recht darauf gespannt sein, welches ihr Ergebnis sein wird, ob Wien's theoretische Formel und Stefan's Gesetz bestätigt werden oder nicht.

$6 = 10^{-12}$

$\phi = 6 \cdot T_4$ $\quad 273^4 =$ $\quad y = \frac{24362}{8} \cdot 4$